TÜBİTAK

58 yaşında

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Mart 2025 Yıl 58 Sayı 688 - 29 TL

ARAMA MOTORLARININ GELECEĞİ

Yapay zekâya dayalı sistemler bilgiye ulaşma alışkanlıklarımızı nasıl etkileyecek?

Sohbet Robotlarının Performans Yarışı
DeepSeek, ChatGPT'ye Karşı

Schrödinger Denklemi'nin 100. Yılında
Kuantum Mekaniği
Özel Kitap Eki (1. Bölüm)

ISSN 1300338001

“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır.”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 58 Sayı 688
Mart 2025

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Orhan Aydın

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Editör
Dr. Tuba Sarıgül

Yayın Danışma Kurulu
Ömer Kökçam
Fatma Başar
Kübra Bal Çetinkaya
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Dr. Berat Z. Haznedaroğlu
Dr. Yeşim İmamoğlu
Prof. Dr. Raif Kandemir

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Mesut Erol
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırcı

Grafik Tasarım
Ayşe Dilara Cumhur
Hüseyin Diker

Web-Mobil Uygulama-Sosyal Medya
Dr. Tuba Sarıgül
Rıza Berkay Ayçelebi
Ebru Yavuz

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı
Dergiler Müdürlüğü
Bilim ve Teknik Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

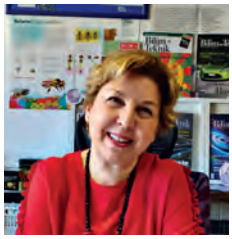
Baskı Tarihi 21.02.2025

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 29 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



Doğayı kavrayışımızda çok büyük değişikliklere yol açan Schrödinger Denklemi’nin yayınlanmasının 100. yılı dolayısıyla Birleşmiş Milletler 2025’i “Uluslararası Kuantum Bilimi ve Teknolojileri Yılı” olarak ilan etti. Nesiller büyüten dergimizin Mart ve Nisan sayılarında iki bölüm hâlinde vereceğimiz Kuantum Mekaniği özel kitap ekinin bu anlamlı yıla değer katacağını umuyor, tüm gençlere yepyeni ufuklar açmasını diliyoruz. Ayrıca, her yıl mart ayı içerisinde kutladığımız “Bilim ve Teknoloji Haftası” vesilesiyle de bilimsel bilgi ve teknoloji üretmenin bir ülke için ne kadar önemli olduğunu bir kez daha hatırlıyoruz.

Tarihteki ilk web sitesinin genel kullanıma sunulmasının ardından otuz yılı aşkın bir süre geçti. Yaklaşık 1,2 milyar web sitesinin günümüzde var olduğunu, internetteki bilgi miktarının her geçen gün katlanarak arttığını düşünürsek istediğimiz doğru bilgiye ulaşmak için sıkça kullandığımız arama motorlarının son derece önemli araçlar hâline geldiğini inkâr edemeyiz. Peki arama motorlarının altında nasıl bir teknoloji yatıyor? Geçmişten günümüze neler değişti? Klasik arama motorlarına kıyasla doğal dil işleme ve büyük dil modelleri gibi yapay zekâ destekli sistemlerin kullanılması bilgiye ulaşma alışkanlıklarımızı nasıl etkileyecek? Arama motorları, yapay zekâ desteği ile cevap motorlarına mı dönüşecek? Tüm bu soruların cevabını ve çok daha fazlasını Tuba Sarıgül’ün “Arama Motorlarının Geleceği” başlıklı yazısında bulabilirsiniz.

Büyük dil modelleri içeren yapay zekâ platformları, günümüzde bilgiye erişim ve içerik üretimi konusunda sundukları imkânlarla dikkat çekiyor. Özellikle son zamanlarda DeepSeek’in yeni dil modelinin teknoloji dünyasında büyük yankı uyandırdığına hepimiz şahit olduk. Gürkan Caner Birer, yapay zekâdaki önemli paradigma değişikliğine vurgu yaptığı yazısında DeepSeek ile ilgili merak edilen tüm konuları detaylıca ele alıyor. Özlem Ak, birçok ödül sahibi Prof. Dr. Seda Keskin Avcı ile yaptığı söyleşi sonrası hazırladığı yazıda bu başarının altında yatan hayat öyküsünü ve bilimsel çalışmaları ele alıyor.

“Çevre Dostu Elektronik Tekstiller” ve “Polimerik Mikrokabarcıklarla Solunumun Geleceğine Yolculuk” yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden *Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Bilim ve Teknik elektronik dergi arşivi (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır (services.tubitak.gov.tr/edergi). Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak, ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr), podcast kanallarını ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

ISSN 13003380
88
9 771300 338001

İçindekiler

20
Arama Motorlarının Geleceği
Tuba Sarıgül

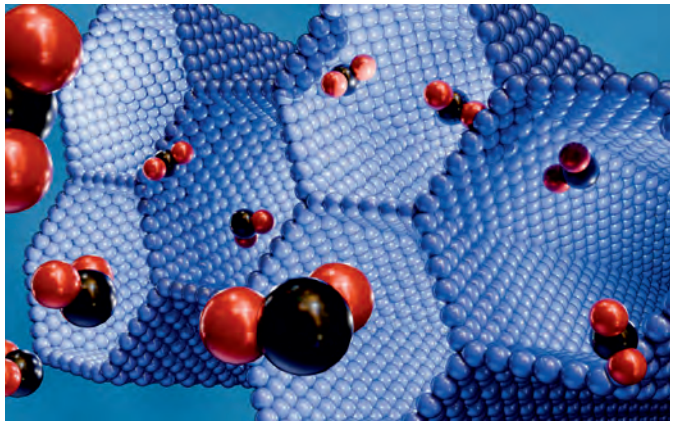
Doğal dil işleme ve büyük dil modelleri gibi üretken yapay zekâ teknolojisine dayalı arama motorları, yapılan sorguların bağlamına uygun anlamlı cevaplar verilmesine olanak tanıyor. Peki, bu köklü değişim bilgiye ulaşma alışkanlıklarımızı nasıl etkileyecek?

30
Yapay Zekâda Paradigma Değişikliği DeepSeek
Gürkan Caner Birer

Çinli teknoloji şirketi DeepSeek'in yeni dil modeli DeepSeek-R1 ile yapay zekâ teknolojisi önemli bir dönüm noktasına ulaştı. Model, sektörün önde gelen aktörlerinden OpenAI'nin mantıksal modeli o1 ve Anthropic'in Claude modellerine denk bir performans sergileyerek teknoloji dünyasında büyük yankı uyandırdı.

46
"Samanlıkta İğne Arayan", Bol Ödüllü Bilim Kadını Prof. Dr. Seda Keskin Avcı ile Metal Organik Çerçeveli Yapılar Üzerine...
Özlem Ak

Yeni nesil nano-gözenekli malzemelerin temiz ve sürdürülebilir enerji uygulamalarına yönelik araştırmaları ile TÜBİTAK Bilim Ödülü alan Prof. Dr. Seda Keskin Avcı; hayat öyküsünü ve bilimsel çalışmalarını anlattığı söyleşide gençlere de önemli tavsiyelerde bulunuyor.



4
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm**
Özlem Ak

6
Haberler

14
ISS'de Gerçekleştirilen UzMAn Deneyi'nin 2025'te Sonuçlanması Bekleniyor
Hayriye Yetiş

15
9. Ulusal Antarktika Bilim Seferi
Hayriye Yetiş

16
TÜBİTAK 2202 Bilim Olimpiyatları Programı ile Geleceğin Bilim İnsanları Yetişiyor!
TÜBİTAK BİDEB

17
Türksat 6A Yerli ve Millî Haberleşme Uydumuzun İlk Test Yayını Başarıyla Gerçekleştirildi
Dr. Özlem Kılıç Ekici

18
Bilim Çizgi
Ernest Henry Shackleton
Sinancan Kara

28
Evrendeki En Büyük Yapı Quipu'yla Tanışın
İlay Çelik Sezer

42
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

54
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

56
Çevre Dostu Elektronik Tekstiller
Özlem Ak

60
En Büyük Buzdağı A23a Atlantik Okyanusu'ndaki İlerleyişini Sürdürüyor
İlay Çelik Sezer

62
2025 Uluslararası Buzulların Korunması Yılı Buzullar Geleceğimiz İçin Neden Önemli?
Sinan Yirmibeşoğlu

66
Polimerik Mikrokabarcıklarla Solunumun Geleceğine Yolculuk - Bir Bardak Oksijen Alabilir miyim Lütfen?
Zamir Kemal Ertürk

71
Meşhur "Taşınan Kanepe Problemi" Nihayet Çözüldü
Elif Ebren Kaya

72
Ay'da Büyük Kanyon Boyutlarında Kanyonlar Keşfedildi
Tuba Sarıgül

74
İklim Değişikliği Depremleri Tetikleyebilir mi?
Ömer Kamacı

76
Ayın Fotoğrafı
Kelebek Ormanı
Tuba Sarıgül

78
Bilim Tarihinden Notlar
Helenistik Dönemde Gökyüzü
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Jeoloji
Antarktika Buz Örtüsü
Raif Kandemir

84
Gökyüzü
Tuba Sarıgül

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
Özlem Kılıç Ekici

ÖZEL KİTAP EKİ
Schrödinger Denklemi'nin Yüzüncü Yılında Kuantum Mekaniği (1. Bölüm)
Mahir E. Ocak, Hüseyin Diker

*Dergimize "*Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.*

Elektronik dergi arşivimiz (son dört sayı hariç) herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları sitesinden dergilerimize abone olabilir, hem yeni hem de eski sayılarımızı satın alabilirsiniz.

Bilim ve Teknik podcast programı ile kulağınız her daim bilimde olsun! Podcast içeriklerimizi Spotify, YouTube Music, Apple Podcast ve SoundCloud'dan dinleyebilirsiniz.

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik
bilimteknik.tubitak.gov.tr/

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin internet sitesi ve sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için mektuplarını gönderebilecekleri adresimizi hatırlatıyoruz: bteknik@tubitak.gov.tr

"*Bilim ve Teknik* şimdi de kızıma ilham veriyor"

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisiyle ilk kez 1996 yılında, henüz 10 yaşımdayken, 342. sayısıyla tanışmıştım. O sayıda Hyakutake kuyrukluyıldızının hikâyesini okuduğumda hem bilime hem de uzaya olan merakım katlanarak arttı. O günden sonra, karadelikler, ışık yılı ve gök adalar gibi evrenin derinliklerine dair kavramları, uzay araştırmalarındaki son gelişmeleri ve teknolojik yenilikleri bu dergi sayesinde öğrendim ve sevdim. Özellikle gökyüzü köşesini büyük bir ilgiyle takip ettim. O yaşlarda anlaması zor görünen ışığın hızı, karanlık madde, Mars'a gönderilen keşif araçları, uzay teleskopları, Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin oluşumu, Satürn'ün halkaları, Jüpiter'in dev fırtınaları gibi konular, *Bilim ve Teknik* sayesinde ilgimi çeken ve anlayabildiğim kavramlar hâline geldi. Şimdi ise ilkokula giden 7 yaşındaki kızımla birlikte dergiyi okumaya devam ediyoruz. En güzel yanı ise, tıpkı benim çocukken olduğum gibi onun da uzaya büyük bir ilgi duyması. Gezegenlerin nasıl oluştuğunu, yıldızların neden parladığını, karadeliklerin nereye açıldığını, Ay'da yaşamanın mümkün olup olmadığını ve astronotların uzayda nasıl hareket ettiğini benim çocukluğumda olduğu gibi o da merak ediyor. *Bilim ve Teknik* sayesinde bu konuları onunla konuşabiliyor olmak benim için tarif edilemez bir mutluluk. Çocukluğumdan bugüne kadar bana bilimi sevdiren ve şimdi de kızıma ilham veren *Bilim ve Teknik*'e sonsuz teşekkürler…

Yasin Emre Çepni

“Yıllardır her sayfasını ilgiyle takip ediyorum”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile ilk tanışmam 1980’li yıllara dayanıyor. Lise öğrencisiyken, tamamen okuma merakıma dayalı olarak kırtasiyede denk geldiğim bu dergiyi okumaya başladım. Fizik yüksek lisans mezunuyum ve devlete 27 yıl hizmet vermiş emekli bir öğretmenim.

Bilim ve Teknik dergisi arşivimin bir kısmını çalıştığım okula bağışladım. İlk elime aldığımdan beri yeni sayıyı merakla bekledim ve okuduklarımı resmen hatmettim bu süreçte. Her sayfasını ilgiyle takip ettiğim, her türlü makalesini çok sevdiğim bu dergi çalışanlarına, hayata değişik açılardan bakmamı sağlayan çalışmalarından dolayı minnettarım.

Özlem Önalgi

“Gelecekte TÜBİTAK’ta çalışmayı hayal ediyorum”

Merhaba,

İlkokuldan beri fen dersini çok severim. Bilime ve teknolojiye çok meraklıydım. 4. sınıfta, babam bir gün elinde *Bilim Çocuk* dergisiyle çıkageldi. O kadar çok sevmiştim ki kapağını hâlâ hatırlıyorum. Bir salyangoz resmi vardı. *Bilim Çocuk* bana bilimin ne kadar güzel ve büyüleyici bir şey olduğunu öğretti. Daha sonra *Bilim ve Teknik* dergisini okumaya başladım ve yepyeni ufuklara doğru yolculuğa çıktım. Her ay ilgiyle takip ediyorum. Bu dergiler benim geleceğimi şekillendirmemde pusulam oldu diyebilirim. Şu an 10. sınıftayım ve gelecekte havacılık ve uzay mühendisi olmak istiyorum. TÜBİTAK’ta çalışmak da hayallerimden bir diğeri. Bu dergilerde emeği geçen herkese çok teşekkür ediyorum.

Melike Vural

“Hedeflerimi belirlerken bana yol gösteren dergi”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile ilk olarak 7.sınıfta, fen bilimleri öğretmenimin dergiyi sınıfa getirmesiyle tanıştım. Öğretmenimiz biraz içini gösterdi, benim de kimya ve astronomiye fazlaca ilgim vardı. Dergi çok ilgimi çekti ve hemen abone oldum. Bu derginin her ay bana ulaşmasını istiyordum. Gelecek planlarını fazlasıyla düşünüyordum ama bir türlü netleştiremiyordum. *Bilim ve Teknik* bir anda hayatımı değiştirdi. İlk önce bir hedefim, daha sonra, bu doğrultuda başka hedeflerim oldu. Gelecekteki hedeflerimi gerçekleştirebilmek için çok çalışmaya devam ediyorum. *Bilim ve Teknik* dergisi de bana bu süreçte her daim eşlik ediyor ve etmeye de devam edecek. Ailecek TÜBİTAK popüler bilim dergilerini ilgiyle okuyoruz. İyi ki varsınız.

Nazya Eren

“İlk defa okudum ve çok beğendim”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisini kısa bir süre önce ilk defa okudum ve çok beğendim. Artık bu dergiyi sürekli takip edeceğim. *Bilim ve Teknik*’le Büyüdüm köşesine mektup gönderen kişilerle de çok fazla ortak yönümüzün olduğunu fark ettim. Benim hayatımın da onlarınki gibi olması dileğiyle. İyi ki yollarımız kesişti *Bilim ve Teknik*!

Yusuf Okumuş

Haberler

Ceres'teki Organik Maddelerin Kökeni

Mahir E. Ocak

Max Planck Güneş Sistemi Araştırmaları Enstitüsünden gök bilimcilerin yaptığı çalışmalar, Ceres'in yüzeyindeki organik maddelerin kökeninin cüce gezegenin yüzeyinden püsküren tuzlu sıvılar olmadığına işaret ediyor. Organik maddelerin kaynağı cüce gezegene çarpan gök taşları olabilir.

Mars ile Jüpiter arasındaki Asteroit Kuşağı'nda yer alan Ceres, bilinen cüce gezegenlerin Güneş'e en yakın olanı. Ceres'in yüzeyi 2015-2017 döneminde cüce gezegenin etrafında dolanan NASA'ya ait Dawn uzay aracı ile detaylı olarak incelenmiş ve çeşitli organik maddeler keşfedilmişti.

Ceres'in yüzeyinde buz volkanları olarak adlandırılan, gaz ve uçucu madde püskürten volkanlar olduğu biliniyor. Dawn görevi sırasında tespit edilen organik maddelerin kaynağının da yüzeyin altındaki tuzlu suları yüzeye taşıyan bu buz volkanları olabileceği düşünülüyordu. Ancak son bilimsel çalışmalar bu düşünceyi doğrulamıyor.

Cüce gezegen Ceres

Max Planck Güneş Sistemi Araştırmaları Enstitüsünden R. Sarkar ve arkadaşları cüce gezegenin yüzeyini detaylı bir biçimde taradı. Yapay zekâ kullanılan çalışmaların sonucunda, Ceres'in yüzeyinde organik madde bulunan bölgelerin civarında bugün ve yakın geçmişte volkanik ya da tektonik etkinlikler olduğuna dair bir bulguya ulaşılamadı. Ayrıca bu bölgelerde gök taşlarının çarpmasıyla oluşmuş derin kraterler de yer almıyor. **Araştırmacılar, organik maddelerin kökeninin cüce gezegene düşük hızlarla çarpmış gök taşları olabileceğini öne sürüyor.** Gök taşlarının üzerindeki organik maddeler bu "hafif" çarpışmaların ortaya çıkardığı görece düşük miktarda ısıya dayanmayı başarmış olabilir.

Araştırma ile ilgili detaylı bilgiye *AGU Advances*'ta yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2024AV001362

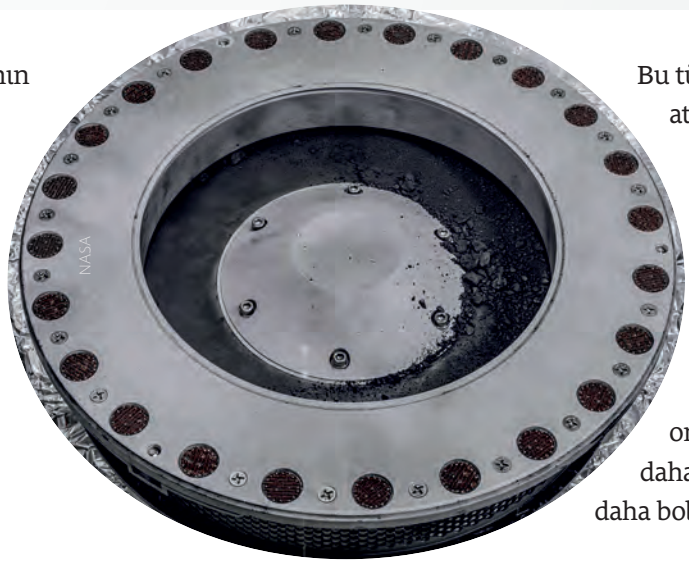
Bennu Asteroiti'nde Yaşamın Yapı Taşları Keşfedildi

Mahir E. Ocak

Bennu Asteroiti'nden Dünya'ya getirilen örneklerde DNA ve RNA'yı oluşturan beş nükleobaz ve proteinleri meydana getiren 20 amino asidin 14'ü tespit edildi. Elde edilen sonuçlar, Güneş sisteminin erken dönemlerinde yaşamın yapı taşlarının görece yaygın olduğunu gösteriyor.

NASA'ya ait OSIRIS-REx aracı 2020 yılında Bennu Asteroiti'nin

üzerine inmiş ve gök taşının yüzeyinden örnek toplamıştı. Yaklaşık 120 gram kütleli örneği taşıyan kapsül üç yıl sonra Dünya'ya ulaştı. Yaklaşık 500 metre çapındaki gök taşından toplanan örnekler üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar devam ediyor.



OSIRIS-REx uzay aracının örnek toplama bölümünün dış kısmı. Fotoğrafın orta bölümün sağında Bennu Asteroiti'nden alınan örneklerin bir kısmı görünüyor.

Yakın zamanlarda *Nature Astronomy*'de yayımlanan bir makalede bir grup araştırmacı, Bennu Asteroiti'nden toplanan örneklerde yaşamın yapı taşlarını tespit ettiklerini açıkladı. Analizler, örneklerde **DNA ve RNA'nın yapısından bulunan beş nükleobazın (adenin, guanin, sitozin, timin, urasil) tamamının bulunduğunu gösteriyor.** Ayrıca örneklerde bilinen yaşam biçimlerinde bulunan proteinleri oluşturan 20 aminoasidin 14'üne de rastlandı.

Bir hipoteze göre Dünya'daki suyun ve yaşamın yapı taşı olan kimyasal maddelerin bir kısmı gök taşları tarafından Dünya'ya taşınmış olabilir. Bu hipotezi test etmenin bir yolu yeryüzüne düşen gök taşlarını yani meteoritleri incelemek. Ancak meteoritler hem atmosferden hem de düştükleri ortamdaki kontrolsüz biyolojik koşullardan etkilenir. Dolayısıyla meteoritleri inceleyerek net çıkarımlar yapmak zordur. Güneş sisteminin ilk dönemlerinden arta kalmış bir gök taşından toplanan ve dış etkenlerden korunarak kontrollü koşullar altında laboratuvar ortamına taşınmış örnekler üzerinde yapılan analizlerse bu konu hakkında daha net bir fikir verir. Bennu Asteroiti'nden toplanan örnekler üzerinde yapılan analizler de gök taşlarının Dünya'ya su ve yaşamın yapı taşı olan kimyasal maddeleri taşımış olabileceği hipotezini destekliyor.

Bennu Asteroiti'nin yaklaşık 4,5 milyar yıl önce bir çarpışma sırasında daha büyük bir gök taşından koptuğu düşünülüyor. Yörüngesi şu an Dünya ile Mars civarındaki bölgede yer alıyor olsa da bileşimindeki amonyak gibi uçucu maddeler, gök taşının kökeninin Güneş sisteminin daha dış bölgeleri, muhtemelen Jüpiter'in ötesi olduğunu gösteriyor.

Bennu, CI kondrit olarak sınıflandırılan, karbon bakımından zengin gök taşlarının bir örneği. Bu tür gök taşları, genel olarak atmosfer yolculuğunu tamamlayıp yeryüzüne ulaşmayı başaramaz. Dolayısıyla Bennu örneklerinde görece yüksek miktarda nükleobazlara ve amino asitlere rastlanması, bu organik maddelerin uzayda daha önce düşünülenden daha bol olduğuna işaret ediyor.

Detaylı bilgiye Daniel Galvin ve arkadaşlarının *Nature Astronomy*'de yayımladıkları makaleden ulaşabilirsiniz. ■

Galvin, D. A., ve ark., *Nature Astronomy*, https://www.nature.com/articles/s41550-024-02472-9, 2025.

Beyin İmplantı Felçli Birinin Sanal Drone Kullanmasını Sağladı

Özlem Ak

Beyin-bilgisayar arayüzü araştırmaları, son yıllarda önemli ilerlemeler kaydederek felçli kişilerin bir bilgisayar faresinin imlecini hassas bir şekilde kontrol etmesine veya bir kalemle yazmayı hayal ederek düşüncelerini bilgisayarda metne dönüştürmesine olanak tanıdı. Michigan Üniversitesinden Matthew Willsey ve ekibi ise omurilik yaralanması nedeniyle tetraplejisi (dört uzvunda da felç) olan bir kişinin, farklı parmaklarını hareket ettirdiğini hayal ederek bu

hareketlere karşılık gelen dört ayrı beyin sinyali oluşmasını sağlayan bir algoritma geliştirdi. Blackrock Neurotech isimli nöroteknoloji firmasının geliştirdiği 192 elektrottan oluşan beyin-bilgisayar arayüzü, katılımcının beyninin el hareketlerini kontrol eden precentral gyrus bölgesine cerrahi olarak yerleştirildi. Kullanıcı farklı parmaklarını hareket ettirmeyi düşündüğünde, elektrotlar tarafından alınan sinir sinyallerini birbirinden ayırt etmek için bir yapay zekâ modeli kullanıldı.

Parmakları; başparmak, işaret ve orta parmaklar, yüzük ve küçük parmaklar olmak üzere üç gruba ayrılan katılımcı önce ilk gruptaki iki parmağını hareket ettirmeyi düşünerek nasıl daha güçlü veya daha zayıf elektrik sinyalleri oluşturabileceğini öğrendi. Başka bir sinyal, ikinci gruptaki iki parmak tarafından ve diğer ikisi de başparmak tarafından üretildi. Böylece yapay zekâ algoritması hangi beyin sinyallerinin hangi parmak hareketlerine karşılık geldiğini öğrenecek şekilde eğitildi. Bu bilgiler, kullanıcının sanal bir drone'u yalnızca düşünerek kontrol etmesini ve pratik yaparak onu bir engel parkurunda hassas bir şekilde yönlendirmesini sağladı. Willsey, geliştirdikleri sistemin gerçek bir drone'u hareket ettirmek için de kullanılabileceğini ancak kolaylık ve güvenlik açısından çalışmaların sanal drone ile gerçekleştirildiğini söylüyor. Ayrıca sonuçlar etkileyici olsa da beyin-bilgisayar arayüzlerinin, karmaşık hareketlerin kontrol edilmesinde güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için beyin sinyallerinin doğru ve hassas bir şekilde yorumlanmasına yönelik daha çok çalışma yapılması gerekiyor.

Bir imleci veya sanal bir eli bütün olarak hareket ettirmek gibi tek girdiye odaklanan önceki çalışmaların aksine farklı parmak hareketlerine karşılık gelen beyin sinyallerinin ayırt edilmesine imkân veren bu çalışma, çok girdili uygulamaların geliştirilmesine yönelik önemli bir ilerleme olarak değerlendiriliyor.

Araştırmalar devam ettikçe bilim insanları bu implantları daha da mükemmelleştirmeye çalışarak daha gelişmiş yapay zekâ sistemlerine ve giyilebilir cihazlara entegre edilme potansiyellerini araştıracak. Amaç, fiziksel kısıtlamalarla yaşayan insanlar için imkânsız olan hareket yeteneklerini mümkün hâle dönüştürmek. ■

https://interestingengineering.com/innovation/paralyzed-man-controls-drone-with-thoughts

Sanal bir drone'un, parmak hareketlerine karşılık gelen beyin sinyalleriyle yönlendirildiği engelli parkur oyunundan bir görünüm.

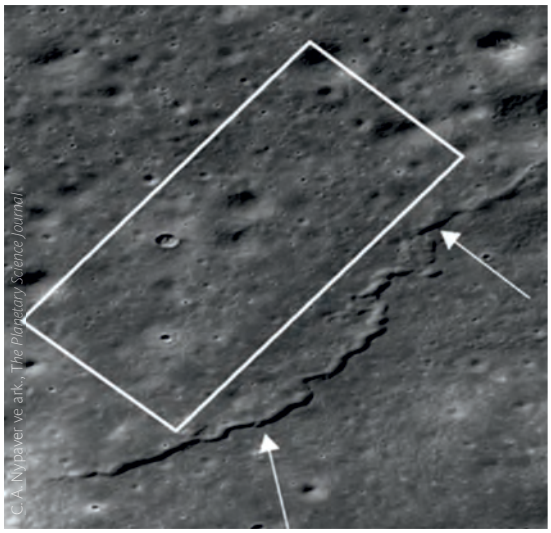
Ay Tektonik Olarak Zannedilenden Daha Aktif Olabilir

Mahir E. Ocak

Son bilimsel çalışmalar, Ay'ın tektonik olarak daha önceleri bilinenden daha aktif olduğuna işaret ediyor. C. A. Nypaver, T. R. Watters ve J. D. Clark'ın *The Planetary Science Journal*'da yayımladıkları sonuçlara göre Ay'ın Dünya'ya uzak yüzündeki çeşitli jeolojik yapılar son birkaç yüz milyon yıl içinde oluştu.

Ay'ın jeolojisi üzerinde onlarca yıldır bilimsel çalışmalar yapılıyor. Geçmişte Ay'ın Dünya'ya yakın yüzündeki çeşitli çıkıntıların milyarlarca yıl önce oluştuğu tespit edilmişti. Ay'daki jeolojik hareketlerin büyük çoğunluğunun 2,5-3 milyar yıl önce gerçekleştiği düşünülüyordu.

Nypaver ve arkadaşlarının yaptığı Ay'ın Dünya'ya uzak yüzündeki



Ay'ın Dünya'ya uzak yüzündeki çıkıntılar ve bu çıkıntıların yaşını tahmin etmek için kullanılan krater sayma bölgesi

çeşitli jeolojik yapılarla ilgili bilimsel çalışmalarsa Ay'ın jeolojik olarak geçmişte zannedildiği kadar hareketsiz olmadığını gösteriyor.

Araştırmacılar, ileri haritalama ve modelleme yöntemleri kullanarak Ay'ın Dünya'ya uzak yüzünde daha öncesinde bilinmeyen 200'ün üzerinde ufak çıkıntı keşfetti. Bu çıkıntılar genellikle gruplar hâlinde bulunuyor ve günümüzden 3-3,5 milyar yıl önce oluşmuş volkanik bölgelerde yer alıyor. Araştırmacılar, keşfettikleri yüzey çıkıntılarının yaşını krater sayma yöntemiyle tahmin etti. Bir bölgede gök taşı çarpması sonucu oluşmuş kraterlerin sayısı ne kadar çoksa bölge o kadar yaşlıdır. **Araştırmacılar, sonuçta yüzeydeki ufak çıkıntıların çevresindeki yapılara kıyasla çok daha genç olduğu ve son 200 milyon yıl içinde oluştuğu sonucuna vardı.** Keşfedilen bazı çıkıntıların yüzeydeki kraterlerin içinden geçtiği de tespit edildi. Araştırmacılar, bu sonuçlardan incelenen bölgelerin son birkaç yüz milyon yıl içinde ve potansiyel olarak günümüzde de tektonik olarak aktif olduğu çıkarımını yapıyor. ■

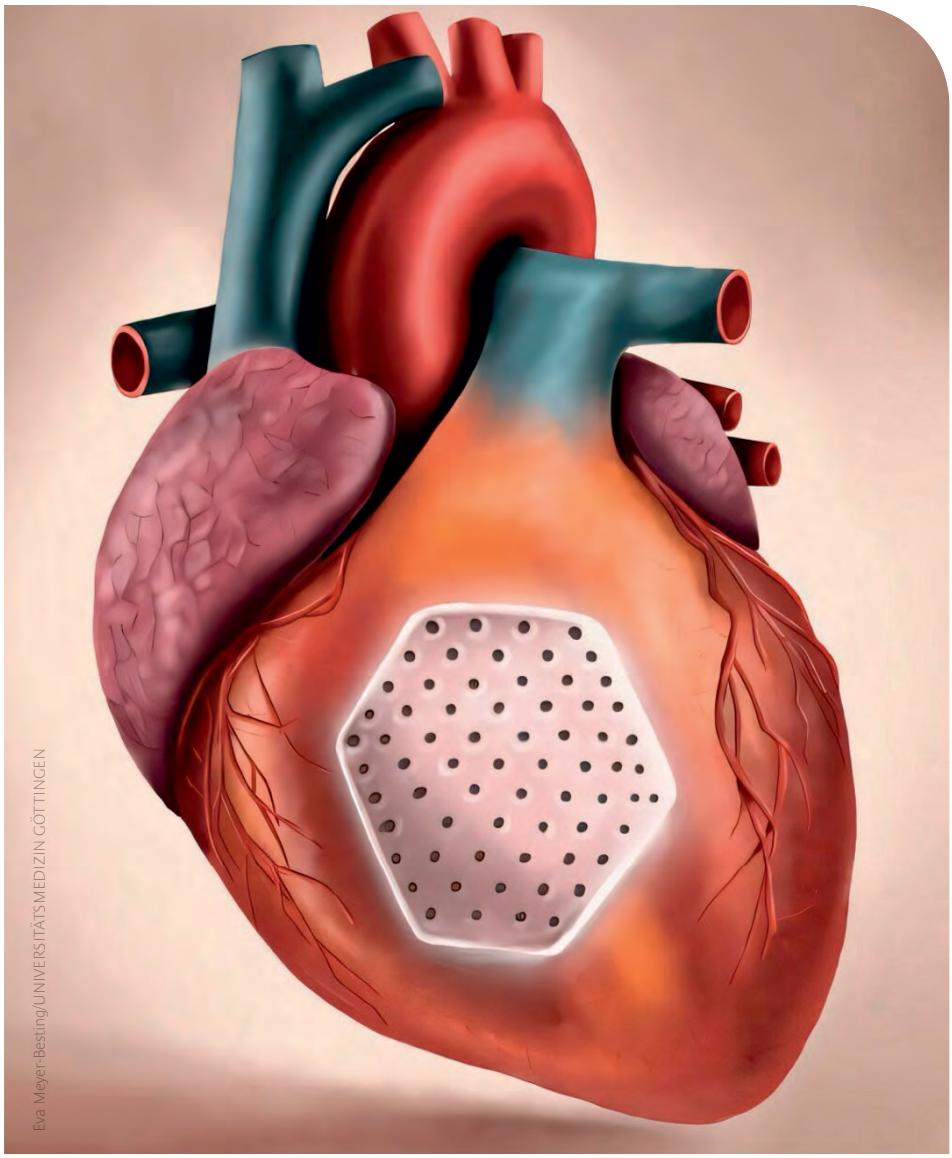
Nypaver, C. A., ve ark., "Recent Tectonic Deformation of the Lunar Farside Mare and South Pole–Aitken Basin", *The Planetary Science Journal*, https://iopscience.iop.org/journal/2632-3338 ,Cilt 6, s. 16, 2025.

Kök Hücrelerinden Yapılan Kalp Kası Yaması

Özlem Ak

Kalp yetmezliği, genellikle bir kalp krizinin kalbe kalıcı olarak zarar vermesi veya işlevini bozması sonrasında ortaya çıkar ve bu durumda kalp vücudun ihtiyaçlarını karşılayacak kadar kan pompalayamaz. Organ nakli ya da yapay kalp cihazı takılması dışında hiçbir tedavi yöntemi kalp fonksiyonlarını sağlıklı hâline tam olarak geri getiremez, sadece hastalığın ilerlemesini yavaşlatabilir.

Göttingen Üniversitesinden Wolfram-Hubertus Zimmermann ve meslektaşları, hücrelerin farklılaşmasını yönlendiren belirli protein ve kimyasal maddelerin karışımıyla herhangi bir hücre tipine dönüşebilen pluripotent kök hücreleri kullanarak kalp kası ve bağ dokusu hücreleri üretti. Bu hücreler büyümeleri ve çoğaltılmaları için daha sonra



28 gün boyunca bir hidrojel kalıbında kültüre alındı ve **normal kalp kası gibi kasılabilen bir kalp kası dokusu oluşturuldu.** Araştırmacılar, bu kalp kası yamalarını kronik kalp yetmezliği olan yedi maymunun kalbinin hasarlı bir bölgesine cerrahi olarak yerleştirdi. Maymunların üç tanesinin kalbine iki yama, maymunların dördüne ise beş yama uygulandı. Kronik kalp yetmezliğine sahip yedi maymundan oluşan kontrol grubuna ise kalp yaması uygulanmadı. Altı ay sonra beş yama uygulanan kalplerin her atışında vücuda pompalayabildiği kan miktarında ortalama %7'den fazla artış olduğu tespit edildi. Kontrol grubundaki maymunlarda bu oran %2,5 azaldı. İki yama uygulananlarda herhangi bir değişiklik olmadı. Klinik öncesi hayvan deneylerinde başarılı sonuçlar elde edilmesinden sonra yamalar hâlihazırda ileri düzeyde kalp yetmezliği olan 15 kişiye uygulandı. Yama yerleştirilen bir kişiye 3 ay sonra uygun bir donörden kalp nakli yapılması, araştırmacılara çıkarılan kalbi inceleme fırsatı verdi.

Yaptıkları inceleme sonucunda araştırmacılar, kalp kası yamasındaki hücrelerin canlı olduğunu ve herhangi bir yan etki olmadan kalbe uyum sağladığını gördü. *Nature* dergisinde yayımlanan araştırmanın sonuçları, kalp kası yamalarının kalp yetmezliğinde kalbin kan pompalama işlevini geri kazandırabilen nadir tedavilerden biri olabileceğini gösterdi.

Almanya'da her yıl yaklaşık 300 kalp nakli yapılıyor ve 1.000 kalp pompası takılıyor ancak bu sayı ülkede kalp yetmezliği olan yaklaşık 200.000 kişiyi tedavi etmek için yeterli değil. Kalp nakli gerektirmeyen bu kalp kası yaması ile mevcut tedavi yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda hastalara alternatif bir tedavi seçeneği sunulabilir. ■

https://www.nature.com/articles/s41586-024-08463-0

dottedhippo / iStock

İnsan Beynine Ulaşan Atık Plastikler

Mahir E. Ocak

İnsanların beyin dokuları üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar, insanların beynine ulaşan mikrometre ve nanometre boyutlarındaki plastik atıkların zamanla giderek artmakta olduğunu gösteriyor. Alexander Nihart ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Nature Medicine*'da yayımlandı.

Plastik atıklar sadece çevreyi kirletmekle kalmıyor. Atık plastiklerden kopan mikrometre ve nanometre boyutlarındaki parçalar hava, su ve besinler üzerinden insanların vücuduna da giriyor. Bugüne kadar insanların kanında, akciğerlerinde, karaciğerlerinde ve bağırsaklarında mikroplastiklere rastlandı. Geçmişte toksik maddelerin ve patojenlerin kandan beyne ulaşmasını engelleyen beyin-kan bariyerinin mikroplastiklerin beyne ulaşmasına da engel olabileceği düşünülüyordu. Ancak bilimsel çalışmalar bunun doğru olmadığını gösteriyor. **Üstelik bir grup araştırmacının yakın zamanlarda *Nature Medicine*'da yayımladıkları bir araştırmaya göre insanların beyinlerine ulaşan plastik miktarı yıllar içinde giderek artmakta.**

Nihart ve arkadaşları, 1997-2024 döneminde hayatını kaybetmiş 91 insanın beyin dokularındaki plastik miktarını ölçmüşler. Sonuçlar 2016-2024 döneminde dokulardaki plastik miktarının yaklaşık %50 arttığını gösteriyor. 2016 yılına ait örneklerdeki medyan (ortanca) plastik miktarı gram başına 3.345 mikrogram iken 2024 yılına ait örneklerde bu değer 4.917'ye çıkıyor.

Yüksek miktarda mikro ve nanoplastik tespit edilen dokuların 12'sinin demans hastalarına ait olduğu belirtiliyor. Ancak iki durum arasında bir sebep-sonuç ilişkisi kurulamıyor. Örneğin demansın beyinde sebep olduğu değişimler, daha fazla plastiğin kan-beyin bariyerini aşmasına yardım etmiş olabilir ya da beyne giren plastiklerin yol açtığı değişimler demansı tetiklemiş olabilir. Mikro ve nanoplastiklerin beyne tam olarak nasıl ulaştığı ve bu plastikleri temizlenin mümkün olup olmadığı şu an için bilinmiyor. Daha da önemlisi, bu atık plastiklerin beyin sağlığına etkilerinin ne olduğu da bilinmiyor. ■

Nihart, A. J., ve ark., "Bioaccumulation of microplastics in the decendent human brains", *Nature Medicine*, https://www.nature.com/articles/s41591-024-03453-1, 2025.

Semenderlerin Süper Ayak Parmakları

Özlem Ak

Gezgin semenderlerin (*Aneides vagrans*) yüksek ağaçlara tırmanma ya da bu ağaçların dalları arasında sıçrama konusunda gösterdikleri üstün beceriler, bilim insanlarını uzun zamandır şaşırtıyordu. Bu küçük canlılar tüm yaşamlarını Kuzey Kaliforniya'nın kıyı sekoya ormanlarında geçiriyor, yerden 88 metreye ulaşan ağaçların tepelerinde yuvalarını yapıyor ve ormanın zeminine inmeye ihtiyaç duymuyor.

Gezgin semender *(Aneides vagrans)*

Washington Eyalet Üniversitesinden Christian Brown, 2021 yılında bu ormanlarda yakın çekim kamerasıyla gezgin semenderleri gözlemlerken yarı saydam derilerinin altındaki kanın ritmik bir şekilde hareket ettiğini fark etti. Semenderler adım atmak için ayaklarını kaldırmadan önce, sahip oldukları 18 ayak parmağının ucu kanla doluyordu. Bu gözlem, daha önce bilinmeyen bir fizyolojik mekanizmayı ortaya çıkaracak bilimsel bir araştırmanın fitilini ateşledi.

Ocak ayında *Journal of Morphology*'de yayımlanan yeni bir çalışma, bu sorunun cevabının şaşırtıcı bir mekanizmayla ilgili olabileceğini ortaya koyuyor: **Kanla çalışan ayak parmakları. Washington Eyalet Üniversitesi liderliğindeki araştırma ekibi, gezgin semenderlerin ayak parmaklarının uçlarını hızlı bir şekilde kanla doldurabildiğini, kanı bu bölgelerde geçici olarak tutabildiğini ve gerektiğinde boşaltabildiğini keşfetti.** Bu mekanizma sayesinde semenderlerin ağaç kabuğu gibi düzgün olmayan yüzeylere tutunabildiği, bu yüzeylerden ayrılabildiği ve ağaçlarda daha kolay ve verimli bir şekilde hareket edebildiği anlaşıldı. Araştırmacılar, semender ayak parmaklarını mikroskop altında inceledi ve canlı semenderleri yüksek çözünürlüklü kameralar aracılığıyla hareket hâlindeyken izledi. Her bir ayak parmağının ucunda birbirine bağlı iki odacığa bölünen kan dolu büyük bir boşluk tespit ettiler. Semenderlerin, genişleyebilen bu odacıklara dolacak kan miktarını aktif olarak kontrol edebildikleri ve bu sayede ayaklarının yüzeyi kavrama yeteneklerini ayarlayabildikleri anlaşıldı. Araştırmacılar bu odacıkların etrafında, muhtemelen ayak parmaklarının kurumasını önlemeye yardımcı olan, mukus üreten özel bezler buldu. Ayrıca semenderlerin ayak parmağı

Semenderin kanla doldurulmuş ayak parmak uçları

kemiğinin kavisli bir şekle sahip olması, muhtemelen ağaç kabuğu gibi pürüzlü yüzeylerde daha iyi tutunmalarını kolaylaştırıyor.

Araştırmacılar, parmak uçlarına hücum eden kanın aslında semenderlerin bir yüzeye yapışmalarına değil ayrılmalarına yardımcı olduğunu da tespit etti. Parmak uçlarını kanla doldurarak hafifçe şişiren semenderler, ayaklarının ağaç kabuğuna veya dala temas eden yüzey alanını azaltarak ayağını tutunduğu yüzeyden kolayca kaldırabiliyor. Kanla çalışan bu sistem, gezgin semenderlerin ağaç tepesindeki yaşamları için önem taşıyor.

Araştırma, semenderlerde daha önce bilinmeyen bir fizyolojik mekanizmayı ortaya çıkarmakla kalmıyor aynı zamanda doğadan esinlenen yeni tasarımlar için de yol gösterici bilgiler içeriyor. Semender ayak parmaklarının hareket mekanizmasının anlaşılmasına ilişkin bilgilerin yapıştırıcıların, protezlerin ve hatta robotik uzuvların geliştirilmesine, makinelerin engebeli arazilerde semenderler kadar etkili bir şekilde gezinmesine yardımcı olabileceği umut ediliyor.

https://www.newscientist.com/article/2466532-salamanders-fill-their-toes-with-blood-before-each-step/

Yüksek ağaçlar gibi dik yüzeylere kolayca tırmanabilen gezgin semenderlerin, ayaklarını tuttukları yüzeyden ayırmak için parmaklarını kanla doldurdukları anlaşıldı.

ISS'de Gerçekleştirilen UzMAn Deneyi'nin 2025'te Sonuçlanması Bekleniyor

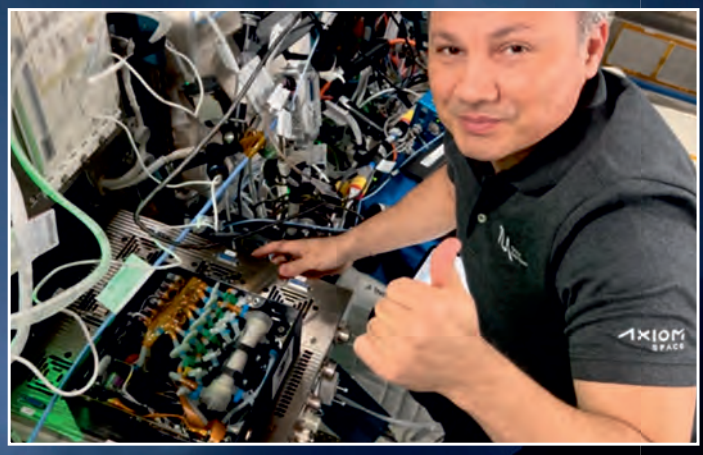
Hayriye Yetiş [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Türkiye'nin ilk astronotu Alper Gezeravcı, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) 13 bilimsel deney gerçekleştirmişti. İstasyondaki ağırlıksız ortam koşullarında gerçekleştirilen ve ülkemizin gelecekte gerçekleştireceği uzay görevlerinde için büyük önem taşıyan 13 deneyden biri "Uzay Görevleri için Mikroalgal Yaşam Destek Üniteleri" (UzMAn) projesiydi. Mikroalglerin uzay ortamında oksijen üretip üretmediklerinin test edildiği deneye ait örnekler, geçtiğimiz aylarda Dünya'ya ulaştı. Projeye dair kapsamlı sonuçların 2025 yılı içerisinde açıklanması bekleniyor.

Mikroalgler, su içinde yaşayan küçük mikroskobik canlılardır. Fotosentez yaparak karbondioksidi oksijene çevirebilen bu küçük canlılar, Dünya'nın atmosferindeki oksijenin önemli bir bölümünü üretir. Türkiye'nin Milli Uzay Programı çerçevesinde hayata geçirilen UzMAn projesiyle Ay ve Mars gibi başka gök cisimlerinde gerçekleştirilecek uzay misyonlarında mikroalglerin kullanım alanlarının ve etkinliğinin test edilmesi amaçlandı.

Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsünden Dr. Öğr. Üyesi Berat Haznedaroğlu'nun yürütücüsü olduğu projede TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) ve İstanbul Medeniyet Üniversitesinden sekiz bilim insanı yer alırken deney düzeneğinin hazırlanmasına TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü de destek sağladı. Deneyde, ikisi 4. Ulusal Antarktika Bilim Seferi'nde izole edilen, biri ise hem tatlı hem de tuzlu suda yaşayabilen 3 farklı mikroalg türüyle çalışıldı. Dünya'da zorlu koşullara adapte olabilen bu türlerin yer çekimsiz koşullar altında büyüme ve dayanıklılık testleri gerçekleştirildi ve mikroalglerin gerçekleştirdiği fotosentez süreciyle ISS'deki insanların yaşadığı modüllerin içinde karbondioksidi oksijene dönüştürmenin mümkün olup olmayacağı incelendi. Ayrıca UzMAn bilim misyonu kapsamında ağırlıksız ortam koşullarının mikroalglerde sebep olduğu metabolik değişiklikler, RNA dizileme teknikleri kullanılarak araştırıldı.

Deneyin ilk sonuçları mikroalglerin ISS kapalı ortamının ağırlıksız ortam koşullarında, yeryüzündeki kapalı ortamlara kıyasla 3 ila 5 kat daha fazla miktarda karbondioksidi oksijene dönüştürebileceğini gösteriyor. Elde edilen bu veri, uzaydaki kapalı ortamlarda kullanılacak yaşam destek sistemlerinin geliştirilmesi ve uzun süreli uzay görevlerinde astronotların ihtiyaç duyduğu oksijenin sağlanması açısından büyük önem taşıyor.



ISS'de ilk defa gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları, bilim dünyasına sağlayacağı öncü veriler açısından da büyük öneme sahip. Araştırmanın gelecekteki uzay görevlerinde enerji, besin, değerli maden eldesi gibi farklı uygulamalar için önemli kazanımlar sağlayacağı da öngörülüyor. ■

Kaynak

https://haberler.bogazici.edu.tr/tr/haber/uzmanin-mikroalgleri-sayesinde-uzay-yolculuklarinda-oksijen-uretimi-mumkun

Mehmet Murat Önal / AA Images

9. Ulusal Antarktika Bilim Seferi

Hayriye Yetiş [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bu yıl 9.'su düzenlenen Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE-IX), 6 Şubat 2025 tarihinde başladı. 16'sı Türk, 20 araştırmacının katıldığı seferde, 19 farklı bilimsel proje yürütülecek. 12 Mart 2025'e kadar devam edecek olan sefer kapsamında yürütülen çalışmalar, insanlığın ortak bilimsel mirasına önemli katkılar sunacak. TAE-IX seferi kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların detaylarını ve sonuçlarını ilerleyen sayılarda sizlerle paylaşmaya devam edeceğiz.

Cumhurbaşkanlığı himayelerinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde, TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) tarafından yürütülen Ulusal Antarktika Bilim Seferleri kapsamında farklı disiplinlerden çeşitli alanlarda birçok proje gerçekleştiriliyor. İklim değişikliğinden biyoçeşitliliğe, deniz haritalamadan sismik gözlemlere kadar geniş bir yelpazede bilimsel araştırmaların yürütüldüğü kutup seferlerinde, okyanus bilimi ve yer bilimleri gibi birçok alana katkı sağlayacak veriler elde ediliyor.

Türk bilim insanları 2017 yılından i bugüne kadar Antarktika'ya 8, Arktik'e 4 olmak üzere toplam 12 ulusal kutup bilim seferi gerçekleştirdi. Bu seferlerde 200'e yakın Türk bilim insanı, kutup koşullarında 100'den fazla projeyi hayata geçirdi. 243 bilimsel çıktının ve 40 lisansüstü tezin üretildiği seferlerde araştırmacılar, dünyanın en zorlu iklim koşullarına sahip bölgeleri olan Antarktika ve Arktik'te yerli ve millî teknoloji ürünlerini test etme ve deneyimleme imkânı buluyor. Uydu ve konumlama çalışmalarıyla birlikte çevre koruma projelerinin de yer aldığı sefer kapsamında uluslararası iş birlikleri de güçlendirilmeye devam ediyor. Bu yılki seferde Türkiye ile ABD iş birliğiyle kıtaya düşük frekans ölçüm istasyonu kurulacak. Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, ülkemizin bilimsel, teknolojik ve stratejik kazanımları ve uluslararası bilim camiasındaki etkinliğinin daha da güçlenmesi açısından büyük öneme sahip. Bu yıl yürütülen projeler arasında Kabataş Erkek Lisesi'nden üç öğrencinin geliştirdiği "İnsansız Kutup Hava Aracı" projesi de yer alıyor. TÜBİTAK 2204-C Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması 2024 Yılı Final Yarışmasında Yer Bilimleri alanında Türkiye birinciliği elde eden öğrenciler, geliştirdikleri projelerini Antarktika'da test etmenin yanında projeleri kapsamında çeşitli gaz ve iklim ölçümleri de yapacak.

TÜBİTAK tarafından yürütülen çalışmalar kapsamında önümüzdeki yıllarda Antarktika'da bir Türk Bilimsel Araştırma Üssü kurulması da planlanıyor. Türkiye'nin kutup bölgelerindeki bilimsel varlığını kalıcı hâle getirmek amacıyla kurulması planlanan bu üs, Türk bilim insanlarının kutup araştırmalarına daha fazla katkı sağlamasının önünü açacak. ■

Kaynaklar

https://tubitak.gov.tr/tr/haber/dokuzuncu-ulusal-antarktika-bilim-seferi-basliyor
https://www.aa.com.tr/tr/antarktika-bilim-seferi/9-ulusal-antarktika-bilim-seferi-basladi/3475544

TÜBİTAK 2202 Bilim Olimpiyatları

Programı ile Geleceğin Bilim İnsanları Yetişiyor!

Bilim Olimpiyatları, ilk kez 1959 yılında Polonya'da düzenlenen Uluslararası Matematik Olimpiyatı (IMO) ile başladı. Daha sonra sırasıyla Uluslararası Fizik Olimpiyatı (IPhO) 1967'de Varşova'da, Uluslararası Kimya Olimpiyatı (IChO) 1968'de Prag'da, Uluslararası Bilgisayar Olimpiyatı (IOI) 1989'da Bulgaristan'da, Uluslararası Biyoloji Olimpiyatı (IBO) 1990'da Çekoslovakya'da, Uluslararası Coğrafya Olimpiyatı (IGEO) 1996'da Lahey'de, Uluslararası Astronomi-Astrofizik Olimpiyatı (IOAA) 2007'de Tayland'da ilk kez düzenlendi. Ülkemiz, Uluslararası Matematik Olimpiyatı (IMO) ve Uluslararası Fizik Olimpiyatı (IPhO) ile 1985 yılından itibaren uluslararası bilim olimpiyatlarına katılmaya başladı. 1993 yılında Uluslararası Bilgisayar Olimpiyatı (IOI) ve Uluslararası Biyoloji Olimpiyatı (IBO), 1994'te Uluslararası Kimya Olimpiyatı (IChO), 2022'de Uluslararası Astronomi-Astrofizik Olimpiyatı (IOAA), 2024'te Uluslararası Coğrafya Olimpiyatı'na (IGEO) ilk defa katıldı.

TÜBİTAK tarafından 1993'den beri düzenlenen Ulusal Bilim Olimpiyatları sayesinde astronomi, astrofizik, matematik, fizik, kimya, biyoloji, coğrafya, bilgisayar, alanlarına ilgi duyan ortaokul ve lise öğrencileri teşvik edilerek onların bilimsel gelişimine katkı sağlanıyor. Bu gençler hem ulusal hem de uluslararası platformlarda yıllardır ülkemizi en iyi şekilde temsil ederek başarılı sonuçlar almaya devam ediyor. Geleceğin başarılı ve üretken bilim insanları olacak bu gençler, 2024 yılında katıldıkları Uluslararası Bilim Olimpiyatlarında 17 altın, 31 gümüş, 25 bronz madalya ve 5 mansiyon derecesi kazanarak ülkemizi gururla temsil ettiler.

TÜBİTAK, olimpiyatlara katılan gençlerin hem akademik hem de profesyonel kariyerlerine önemli katkılar sağlıyor. Ulusal ve Uluslararası Bilim Olimpiyatlarında derece alan öğrenciler, ilk üniversite giriş sınavında aldıkları dereceye göre ek katsayı uygulaması ya da üniversiteye doğrudan yerleşme hakkı elde edebiliyor Ayrıca başvuru yapmaları hâlinde 2248 Mentorluk Desteği Programı, 2247-C Stajyer Araştırmacı Burs Programı (GENÇ STAR), 2205 Lisans Burs Programı, 2224-D Yurt Dışındaki Bilimsel Eğitim Etkinliklerini Destekleme Programlarından faydalanabiliyor. Bilim Olimpiyatları Programı, ortaokul ve lise öğrencilerinin temel bilimler ve bilgisayar alanlarına ilgilerini artırmak, onları ulusal ve uluslararası yarışmalara hazırlamak amacıyla 32 yıldır düzenleniyor. İki aşamalı sınav sistemiyle yürütülen Ulusal Bilim Olimpiyatları, her yıl binlerce öğrencinin bilimsel yeteneklerini sergilemesine olanak tanıyor. Bu sınavlara T.C. vatandaşı veya 5901 sayılı kanunda geçen Mavi Kart sahibi olan ortaokul, hazırlık ve lise sınıflarındaki tüm öğrenciler başvurabiliyor. Ayrıca, öğrencilere bilim olimpiyatları yolculuğunda rehberlik edecek öğretmenler de birinci aşama sınavına başvuru yapabiliyor. Birinci aşama sınavı sonucunda başarılı olan öğrenciler, yaz kampına davet ediliyor. Tamamlanan eğitimlerin ardından, ulusal düzeyde madalya kazananların belirlenmesi için ikinci aşama sınavı gerçekleştiriliyor. Bu sınavlar sonucunda madalya kazanan ve olimpiyat komitesince belirlenen öğrenciler, takım seçme sınavları ve eğitimlerin ardından uluslararası ve bölgesel olimpiyatlarda Türkiye'yi temsil ediyor. TÜBİTAK 2202 Bilim Olimpiyatları Programı kapsamında yapılacak 33. Bilim Olimpiyatları Birinci Aşama Sınavı'na hem öğrenciler hem de öğretmenler 24 Nisan 2025 tarihine kadar bireysel olarak **https://e-bideb.tubitak.gov.tr** adresi üzerinden başvurabilir. Detaylı bilgi için **https://bilimolimpiyatlari.tubitak.gov.tr** adresi ziyaret edilebilir. ■

Yerli ve Millî Haberleşme Uydumuzun İlk Test Yayını Başarıyla Gerçekleştirildi

Dr. Özlem Kılıç Ekici [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Türkiye'nin ilk yerli ve millî haberleşme uydusu TÜRKSAT 6A, uzaydaki nihai görev yapacağı son konumundaki kapsamlı testlerini tamamladı. Şubat ayı itibarıyla yayın denemelerine hazır hâle getirilen uydunun, 17 Şubat 2025'te gerçekleştirilen ilk test yayını başarıyla sonuçlandı. Bu önemli adımla birlikte, uydu üzerinden yapılan yayınlar artık izlenebilir hâle geldi.

TÜRKSAT 6A'nın uzaydaki yolculuğu, 9 Temmuz 2024'te başlamıştı. Uzaya fırlatıldıktan sonra 20 Temmuz'da ilk olarak 50° doğu boylamındaki test yörüngesine yerleşen uydunun burada gerçekleştirilen testleri planlandığı gibi tamamlanmış ve tüm alt sistemlerinin birbirleriyle uyumlu bir şekilde çalıştığı doğrulanmıştı. Ardından 16 Aralık 2024'te daimî hizmet vereceği görev yörüngesine geçiş süreci başlamış ve uydumuz, beş yörünge manevrası gerçekleştirerek 28 Aralık 2024'te başarılı bir şekilde nihai görev yörüngesine yerleştirilmişti. 42° Doğu boylamında bulunan bu yörüngede, anten kapsama alanı gibi uydunun görev yörüngesinde gerçekleştirilmesi gereken diğer tüm testler de tamamlandı ve böylece uydu şubat ayı itibarıyla yayın denemelerine hazır hâle getirildi.

Uydu üzerinden yapılan ilk test yayınının 17 Şubat 2025 tarihinde başarıyla gerçekleştirilmesiyle birlikte, TÜRKSAT 6A'nın haberleşme kabiliyetleri pratik olarak test edildi ve uydu üzerinden yapılan yayınların izlenebilir olduğu doğrulandı.

TÜRKSAT 6A'nın test yayınları, 42° Doğu yörüngesinden aşağıdaki frekanslardan takip edilebilir:

- Frekans: 12111 MHz | Polarizasyon: Dikey (Vertical) | Symbol Rate: 27500

- Frekans: 12149 MHz | Polarizasyon: Dikey (Vertical) | Symbol Rate: 27500

Uzaydaki yörüngesine yerleşme ve tüm testlerin başarıyla tamamlanması ile işletmeye hazır hâle gelen uydunun yer istasyonu çalışmalarının sonlandırılması ve operatör eğitim süreçlerinin tamamlanmasının ardından, TÜRKSAT'a devredilmesi planlanıyor. Böylece Türkiye'nin kendi imkânlarıyla geliştirip ürettiği ilk haberleşme uydusu, aktif olarak hizmet vermeye başlayacak.

TÜRKSAT 6A, Türkiye'nin uydu haberleşmesi alanındaki dışa bağımlılığını azaltan ve uzayda kendi ürettiği uydusunu işletme kabiliyetini güçlendiren stratejik bir adım olarak öne çıkıyor. İlk yerli ve millî haberleşme uydumuz olarak, ülkemizin teknolojik bağımsızlığını pekiştirirken, aynı zamanda uydu ihracatı yapabilen ülkeler arasına girmemizi sağlayarak rekabet gücümüzü artırıyor. Bunun yanı sıra, proje kapsamında geliştirilen teknolojik bileşenler, altyapı ve kazanılan mühendislik yetkinlikleri, Türkiye'nin gelecekteki uzay projelerine önemli katkılar sağlarken, ülkemizin uzay alanındaki insan kaynağının gelişimine de büyük destek sunuyor. ■

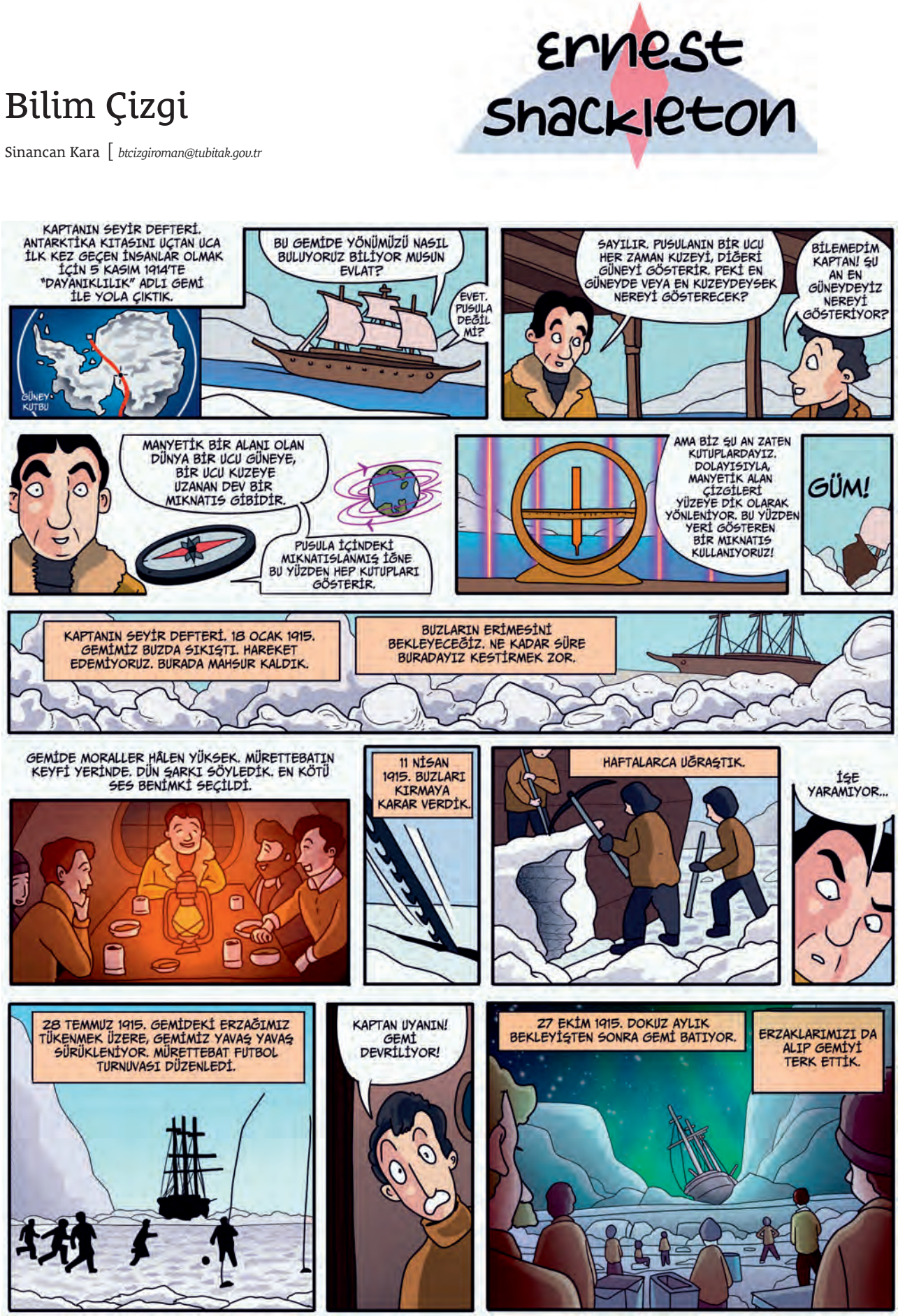
Kaynak

https://tubitak.gov.tr/tr/haber/turksat-6anin-testleri-tamamlandi-ve-yayin-denemelerine-baslandi

pixelparticle / iStock

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*btcizgiroman@tubitak.gov.tr*



ARTIK GEMİMİZ YOK. ADETA PENGUENLER GİBİ AÇIKTAYIZ. HEMEN KAMP KURMA EMRİ VERDİM. BİR SÜRE ÇADIRLARDAYIZ.
ŞİMDİ NE YAPALIM KAPTAN?
BU BÖLGEDE "FİL ADASI" DENEN BİR ADAYA ACİL DURUMDA KALAN GEMİCİLER İÇİN ERZAK DEPOLANMIŞTI. ORAYA GİTMELİYİZ.
YÖNÜMÜZ DOĞRU! FİL ADASI'NA GELDİK!
15 NİSAN 1916. ALTI GÜNLÜK YOLCULUKTAN SONRA FİL ADASI'NA VARDIK. NİHAYET SICAK YEMEK YEDİK.
BURADA BEKLEYECEK MİYİZ KAPTAN?
BİZİ KURTARMAYA GELEN ÇIKAR MI, BİLMİYORUM.
ANAKARAYA YARDIM BULMAYA GİDECEĞİM.
ATLANTİK'TEKİ GÜNEY GEORGIA ADALARI'NA ULAŞMAK ÜZERE 24 NİSAN GÜNÜ BEŞ ARKADAŞIMLA BİRLİKTE YOLA ÇIKTIM.
YILDIZLAR VE PUSULAM BİZE YOL GÖSTERDİ.
KAMP YAPMAYA UYGUN YER BULAMADIM.
16 GÜN BOYUNCA OKYANUSTAYDIK.
OĞLUM HAZIR MISIN?
BUGÜN BALIĞA ÇIKIYORUZ!
YARDIM EDİN!
BEYEFENDİ! SİZ İYİ MİSİNİZ?
OĞLUM, ÇABUK YARDIM ÇAĞIR!
HİÇ BU KADAR İYİ OLMAMIŞTIM!
ERNEST SHACKLETON (1874–1922)
İRLANDA ASILLI KÂŞİF. MANYETİK GÜNEY KUTBUNUN KEŞFİNE ÖNEMLİ KATKILARDA BULUNDU. "DAYANIKLILIK" İSİMLİ GEMİ SEFERİNDE, GÖSTERDİĞİ LİDERLİK VE YÖN BULMA KABİLİYETİ SAYESİNDE HİÇBİR CAN KAYBI YAŞANMADI.
SHACKLETON VE MÜRETTEBATI, TOPLAM 1 YIL 7 AYI GÜNEY KUTBU'NDA GEÇİRDİ.

Arama Motorlarının Geleceği

Dr. Tuba Sarıgül [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

İlk web sitesinin 6 Ağustos 1991'de genel kullanıma sunulmasından sonra web sitelerinin sayısı her geçen gün katlanarak arttı ve aradan geçen 30 yılı aşkın sürede 1,2 milyara ulaştı. İnternetteki bilgi miktarının artmasıyla arama motorları, kullanıcıların istedikleri bilgiye ulaşabilmesi için kritik öneme sahip araçlar hâline geldi.

Klasik arama motorlarında kullanıcıların girdiği anahtar kelimelere göre en uygun sonuçlar listeleniyor, kullanıcıların ise arama sonuçları arasında aradıkları bilgiyle en fazla ilişkili olan bağlantıyı seçmesi gerekiyor. Ancak günümüzde kullanıcılar daha karmaşık sorgular yapıyor ve arama amaçlarının bağlamına daha uygun cevaplar bekliyor. Geleneksel arama motorları bu ihtiyaçları karşılamak için yetersiz kalırken doğal dil işleme ve büyük dil modelleri gibi yapay zekâya dayalı sistemler, yapılan sorguların bağlamına uygun anlamlı cevaplar verilmesine olanak tanıyor.

Peki, bu köklü değişim bilgiye ulaşma alışkanlıklarımızı nasıl etkileyecek?

da-kuk / Getty

Arama Motorlarının Gelişimi

İlk arama motoru olan Archie, 1990 yılında McGill Üniversitesinde lisansüstü eğitimine devam eden ve aynı zamanda üniversitenin bilgi teknolojileri bölümünde sistem yöneticisi olan Alan Emtage tarafından geliştirildi. Emtage'ın görevi, öğrencilerin ve öğretim üyelerinin ihtiyaç duyabileceği yazılımları ve dosyaları bulmak için internet üzerindeki dosya transfer protokolü (FTP) sunucularını taramaktı. Manuel olarak yapılan bu görev son derece zaman alıcı olduğundan Emtage, FTP sunucularındaki dosya adlarını otomatik olarak tarayan bir kod geliştirdi. Archie olarak isimlendirilen sistem sadece dosya isimlerinde arama yapıyor, dosya içeriğini analiz etmiyordu. Ancak Archie'nin ardındaki fikir, 1990'lı yılların sonu ve 2000'li yılların başında internetin yaygınlaşmasıyla Google dâhil olmak üzere bugün kullandığımız arama motorlarının geliştirilmesine öncülük etti.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsünden (MIT) Matthew Gray'in 1993 yılında web sitelerinin sayısını ve büyüme hızını takip etmek için geliştirdiği World Wide Web Wanderer adlı sistem ise web sitelerinin URL adreslerini tarıyordu. Sistem daha sonra Wandex isimli veri tabanında saklanan bu adreslerde arama yapmaya imkân verecek şekilde geliştirildi. Böylece Wandex, ilk web arama motoru olarak tanımlanan sistem oldu.

İnternetin giderek yaygınlaşması, kullanıcıların internette aradıkları bilgilere ulaşmasını zorlaştırıyordu. Stanford Üniversitesinde doktora öğrencileri olan David Filo ve Jerry Yang, 1994 yılında ilgilerini çeken web sitelerini kategorilere ayıran bir sistem üzerinde çalışırken internette bir gezinme aracına olan ihtiyacı fark etti. Bunun üzerine projelerini geliştirerek web sitelerini bilim, spor, haber gibi farklı kategorilere göre gruplandıran bir dizin olan Yahoo'yu kurdular. Yahoo'nun sisteminde web siteleri manuel olarak kategorilere ayrılsa da bu dizinleme sistemi, web sitelerindeki içeriklerin otomatik olarak taranıp analiz edildiği modern arama motorlarında kullanılan indeksleme sisteminin geliştirilmesine ilham kaynağı oldu.

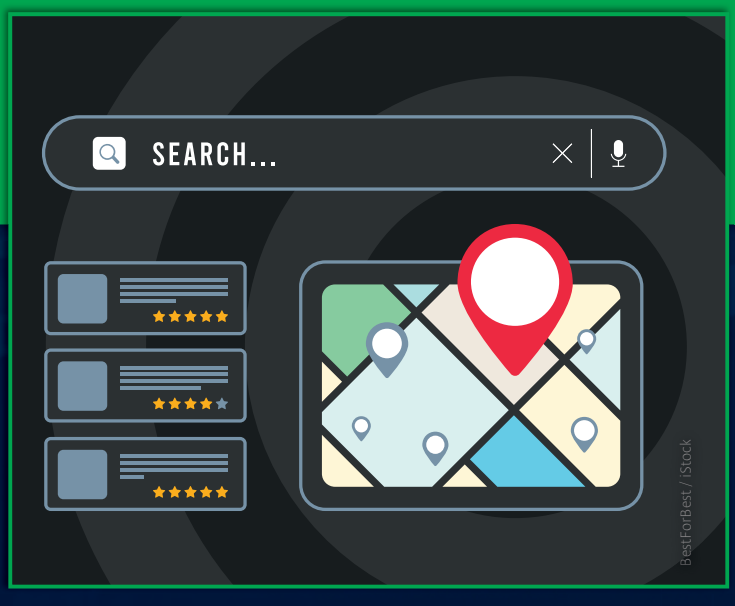
Standford Üniversitesinde doktora araştırmalarına devam eden Larry Page ve Sergey Brin tarafından 1998 yılında kurulan Google ise arama motorlarının gelişim sürecinde devrim niteliğinde bir değişime öncülük etti. Larry Page ve Sergey Brin, o dönemde var olan sistemlerden daha etkili arama sonuçları üretmek için web sayfaları arasındaki bağlantıları analiz eden, PageRank adını verdikleri bir algoritma geliştirdi. Bu sistemde, web sayfalarının birbirine verdiği bağlantılar analiz edilerek sayfanın güvenilirliği ve önem derecesi belirleniyordu. Bir web sayfasına başka web sayfalarından ne kadar çok bağlantı veriliyorsa sayfa o kadar önemli ve güvenilir kabul ediliyordu. Bu sayede arama sonuçları listelenirken sadece aranan

anahtar kelimedeki eşleşme değil, aynı zamanda web sayfasının başka sayfalardan aldığı bağlantılar da değerlendiriliyordu. Bu sayede Google, kullanıcılara beklentileriyle son derece ilişkili sonuçlar gösterebildi. Bu özelliği ve kullanıcı dostu arayüzü sayesinde Google'ın popülaritesi hızla arttı ve Google, arama motoru teknolojisini yönlendiren bir platform ve bu alanda ölçüt kabul edilen bir standart hâline geldi.

Sonraki yıllarda sadece anahtar kelimelerdeki eşleşmeye odaklanmayan, aynı zamanda kelimelerin arasındaki ilişkiden hangi bağlamda kullanıldıklarını anlamaya çalışan arama algoritmaları kullanıma sunuldu. Örneğin "Apple" ve "fiyat" kelimeleriyle yapılan bir sorguda anahtar kelime odaklı algoritmalar elma fiyatlarını listelerken, bağlam temelli aramanın sonuçlarında -kullanıcı daha önce bilgisayar, tablet gibi teknoloji ürünlerine yönelik arama yaptıysa- Apple markalı elektronik cihazların fiyatları gösterilebiliyor.

Ayrıca sonuçlar listelenirken metin, görsel, video, harita, haber gibi farklı içerik türlerinin listelendiği çok modlu arama sistemleri geliştirildi. Kullanıcıların arama geçmişleri ve davranışları analiz edilerek kişiselleştirilmiş sonuçlar sunulmaya başlandı. Bu sayede artık "en yakın ATM" şeklinde yapılan bir aramada, kullanıcının konumu algılanarak en yakınında bulunan bankalar ve ATM cihazları sonuçlarda listelenebiliyor. Ayrıca son yıllarda başlık, kısa özet ve URL adresi şeklinde sıralanan sonuçların yanı sıra kullanıcıların aradıkları bilgiyi doğrudan gösteren bilgi kartları, öne çıkan kısa bölüm gibi özellikler kullanıma sunuldu. Örneğin kullanıcı "Ankara hava durumu" şeklinde bir arama yaptığında, hava durumu verilerinin olduğu bir web sayfasına tıklamasına gerek kalmadan güncel hava durumu verileri arama sonucunda doğrudan görüntülenebiliyor.

Arama motorlarında kaydedilen bu büyük ilerlemelere rağmen yapay zekâ teknolojilerinde son yıllarda yaşanan gelişmeler, internetteki bilgilere ulaşma alışkanlıklarımızda köklü değişimlere yol açacak bir dönüm noktasında olduğumuzu gösteriyor.



Son yıllarda arama sorgularında başlık, kısa özet ve URL adresi şeklinde sıralanan sonuçların yanı sıra bilgi kartları ve öne çıkan kısa bölüm gibi alanlarda kullanıcıların aradıkları bilgiyi doğrudan gösteriliyor.

Arama Motorları, Yapay Zekâ Desteği ile Arama Robotlarına Dönüşebilir

tondone / iStock

Yapay zekâ teknolojilerinin internetteki bilgiye ulaşma konusunda sunacağı belki de en büyük yenilik, sohbet şeklinde bir etkileşime imkân vermesi. Geleneksel arama motorlarında kullanıcı anahtar kelimeler aracılığıyla bir sorgu yapar ve arama motoru bu sorguyla en ilişkili sonuçları listeler. Yani bu sistemlerde tek yönlü bir etkileşim vardır. Yapay zekâya dayalı arama teknolojilerindeyse kullanıcılar anahtar kelimeyle sorgu yapmak yerine günlük konuşmadakine benzer sorular sorabilir. Bu sistemler, konuşmanın bağlamını değerlendirerek kullanıcıların sorularının daha iyi anlaşılmasını ve bu sayede daha doğru cevaplar üretilmesini sağlar. Kullanıcılar, verilen yanıtları iyileştirmek için ek sorular sorabilir ya da yeni bilgiler vererek sorularını netleştirebilir. Yani yapay zekâya dayalı sistemlerde sohbet tarzında karşılıklı bir etkileşim söz konusudur.

Yapay zekâya dayalı arama sistemleri, sorguları anlamak ve cevap oluşturmak için büyük dil modellerini kullanır. Büyük dil modelleri insan dilini anlamak, analiz etmek ve dil ile ilişkili farklı görevleri (örneğin metin üretme, çeviri, özetleme) gerçekleştirmek için büyük veri setleriyle eğitilen sistemlerdir. İnsan dilini anlamak, yorumlamak ve buna göre metin ve konuşma üretmek için doğal dil işleme (NLP) algoritmalarını kullanırlar. Günümüzde yaygın olarak kullandığımız ChatGPT, Gemini, DeepSeek gibi üretken yapay zekâ teknolojileri büyük dil modeli uygulamalarının en bilinen örnekleridir.

NurPhoto / Getty

Büyük dil modellerinin arama motoru sistemleriyle birlikte kullanılması iki şekilde gerçekleşebilir. Birincisi, büyük dil modellerinin arama motorlarının sahip olduğu büyük ve nitelikli veri setleriyle eğitilmesi. Normalde büyük dil modelleri internetteki geniş veri setleriyle eğitilir. Ancak bu veri setlerinde yanlış, eksik ya da önyargılı cevaplar oluşturulmasına yol açabilecek yanlı bilgiler bulunabilir. Arama motorlarıysa yapılan sorguyla en ilişkili sonuçları vermek için internetteki içerikleri önemine ve niteliğine göre sıralar. Bu veriler ile eğitilen büyük dil modelleri, kullanıcıların internette arama yaparkenki temel amaçlarını daha iyi anlayabilir ve yapılan sorgunun bağlamına uygun, doğru, güvenilir ve tutarlı cevaplar üretebilir. Arama motorlarının büyük dil modellerine en önemli katkılarından biri de internetten gerçek zamanlı bir şekilde veri alınmasını

sağlayarak en güncel cevapların üretilmesini mümkün hâle getirmesidir.

İkinci yaklaşım ise arama motorlarının özelliklerinin büyük dil modelleriyle iyileştirilmesi. Büyük dil modelleri, internetteki bilgiyi etkili bir şekilde özetleyerek arama motorlarının bu bilgileri daha başarılı bir şekilde indekslemesine imkân verir. Böylece web sayfalarındaki arama sorgularıyla ilgili en uygun içerikler bulunur.

Günümüzde Google, OpenAI, Microsoft gibi teknoloji şirketleri büyük dil modelleri ile arama motorlarının birlikte çalıştığı hizmetleri kullanıma sundu. Örneğin Microsoft'un arama motoru Bing, yapay zekâ desteğiyle zenginleştirilmiş sonuçlar veriyor. En bilinen büyük dil modeli uygulaması olan ChatGPT'nin bazı sürümlerinde web sayfalarına gerçek zamanlı erişim bulunuyor. Google, arama işlevi için özelleştirdiği Gemini isimli büyük dil modelini kullanarak arama sonuçlarında yapay zekâ destekli hızlı cevaplar gösterebiliyor. Bir startup şirketi tarafından geliştirilen Perplexity ise kullanıcıların sorgularına büyük dil modellerini kullanarak doğrudan cevap üreten bir uygulama yani bir cevap motoru.

Birbirlerinin özelliklerini geliştirseler de arama motoru teknolojilerinin ve büyük dil modellerinin bir arada kullanılması durumunda karşı karşıya kalınan bazı zorluklar ve sorunlar bulunuyor.

Büyük Dil Modellerinin Ürettiği İçeriklerin Sahibi Kim?

Klasik arama motorları, yapılan sorguyla ilişkili cevapların bulunduğu web sayfalarını, ilgi düzeyi en yüksek olanı en üst sırada görünecek şekilde arama sonuçlarında listeler. Kullanıcılar bu web sayfalarından seçtiklerine tıklayarak orijinal kaynağa ulaşır. Büyük dil modeli uygulamaları ise web sayfalarındaki içerikleri kullanarak arama sorgusuna yönelik doğrudan cevaplar verir. Cevabı oluştururken kullanılan web sayfalarının listesi sonuçlarla birlikte sunulsa da çoğunlukla kullanıcılar orijinal kaynağa tıklamaz. Web sitesi trafiğinde azalmaya neden olan bu durum web içerik üreticileri için son derece önemli.

Özellikle özgün ve nitelikli içeriklerin büyük dil modellerinin eğitilmesinde kullanılması telif hakkı açısından sorun olabilir. Çünkü yararlanılan içerikler kaynak olarak gösterilse de özgün bir içeriğin tamamının izinsiz kullanılması telif hakkı ihlali

riskine yol açabilir. Örneğin yakın zamanda bir haber sitesinin abonelere özel yayınladığı içeriklerin büyük bir dil modeli uygulamasında neredeyse aynı şekilde kullanılması nedeniyle haber sitesi, telif hakkı ihlaline yönelik yasal bir süreç başlattı.

Ayrıca web sitesi trafiğine dayanan dijital ekonomik pazar bu dönüşümden belirgin şekilde etkilenebilir. Örneğin web reklamları genellikle kazandırdığı tıklama sayısına göre ücretlendirilir. Günümüzde dijital ekonomide önemli bir endüstriye dönüşmüş olan SEO uygulamalarının da yapay zekâya dayalı arama

sistemlerinin web trafiğinde neden olduğu değişime uyum sağlaması gerekiyor.

Geleneksel arama motorlarında web sitelerinin arama sonuçlarında üst sıralarda listelenmesi, tıklanma oranlarını önemli derecede etkiliyor. Bu nedenle web içeriklerini, arama motoru algoritmalarının önceliklendireceği şekilde hazırlamak son derece önemli. Arama motoru optimizasyonu yani SEO olarak isimlendirilen bu uygulamalar, dijital ekonomide büyük bir endüstriye dönüşmüş durumda. Dolayısıyla yapay zekâya dayalı arama sistemlerinde, arama sonuçlarında üst sıralarda listelenmenin öneminin azalması SEO uygulamalarının da bu değişime uyum sağlamasını zorunlu hâle getiriyor.

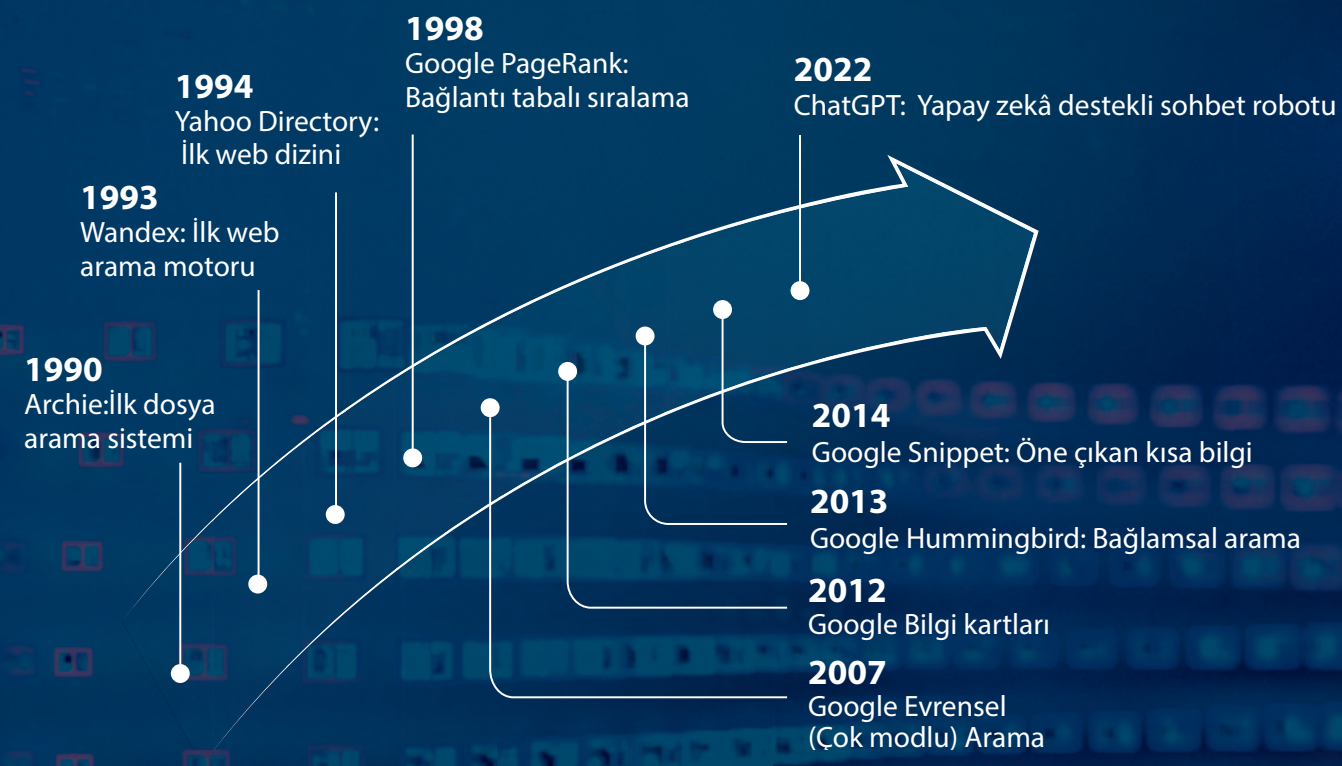
Ayrıca yapay zekâ destekli arama işlevinde kişiselleştirilmiş sonuçlar sunulabilmesi için kullanıcılara ait çok miktarda veri toplanıyor, saklanıyor ve analiz ediliyor. Bu durum ise kişisel verilerin gizliliği konusunda endişelere neden oluyor. Kişisel verilerin kötüye kullanılması ya da üçüncü taraflarla paylaşılması riski nedeniyle verilerin kullanımına yönelik politikaların şeffaflaştırılması gerekiyor.

Üretken yapay zekâ teknolojileri, internet üzerinden bir konuyla ilgili bilgi almak istediğimizde uzmanıyla sohbet eder gibi iletişim kurmamıza imkân veriyor. İnternetteki arama alışkanlıklarımızı kökünden değiştiren bu yeni dönemin tam anlamıyla başarıya ulaşması ise veri kaynağının şeffaflaştırılması, telif hakkı ve kişisel verilerin kullanımına yönelik ihlallerin önüne geçilmesi, yanlı ve hatalı sonuçların ayıklanması gibi endişelerin giderilmesine bağlı. ■

Mongkol Chuewong / Getty

Arama sonuçlarının kişiselleştirebilmesi için konum, arama geçmişi, cihaz bilgileri gibi çok miktarda kişisel veri kullanılabilir.

Arama Motorlarının Gelişimindeki Dönüm Noktaları



Kaynaklar

Brin, S., Page, L., "The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine", *Computer Networks and ISDN Systems*, Cilt 30, s. 107- 117, 1998.

https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web

https://www.captechu.edu/blog/alan-emtage-creator-of-archie-worlds-first-search-engine

https://ahrefs.com/blog/google-pagerank/

https://blog.google/products/search/about-knowledge-graph-and-knowledge-panels/

https://blog.google/products/search/generative-ai-google-search-may-2024/

https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/news-events/news/intellectual-property-chatgpt-2023-02-20_en

Evrendeki En Büyük Yapı Quipu'yla Tanışın

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Günlük hayatta alışık olduğumuz ölçeklerle karşılaştırdığımızda gök adaların, hatta yıldızlar ya da gezegenler arası mesafelerin bile büyüklüğünü hayal etmek zordur. Şubat ayı başında ise astronomlar bu konudaki hayal gücümüzü daha da zorlayacak çığır açıcı bir keşif yaparak evrendeki bilinen en büyük yapıyı tespit ettiler. Quipu adı verilen bu yapı üzerinde yapılacak araştırmaların, gök adaların zaman içindeki değişimini daha iyi anlamamıza, evrene ilişkin modellerimizi geliştirmemize ve kozmolojik ölçümlerin doğruluğunu artırmamıza katkı sağlayacağı düşünülüyor.

Münih'teki Max Planck Fizik Enstitüsünden Hans Böhringer ve ekibi Quipu'yu Alman ROSAT X-ışını uydusundan aldıkları verileri analiz ederek Dünya'dan birkaç milyon ışık yılı uzaklıktaki gök ada kümelerini incelerken keşfetti. Araştırmacılar bir algoritma kullanarak gök ada kümelerinin birbiriyle bağlantısız sayılabilmeleri için aralarındaki uzaklığın en fazla ne kadar olması gerektiğini hesapladılar. Böylece hangi kümenin daha büyük bir yapının parçası olabileceğini ortaya çıkardılar. Böhringer bu analizler sonucunda Quipu'nun kolayca göze çarptığını belirtiyor. Quipu, yaklaşık 1,3 milyar ışık yılı genişliğiyle, 200 katrilyon Güneş kütlesine denk devasa kütlesiyle ve barındırdığı yaklaşık 70 galaktik süperkümeyle evrende bilinen en büyük yapı niteliğini taşıyor.

Gök adalar uzun mesafeler içinde gök ada kümeleri, bu kümeler de kendi aralarında daha büyük süperkümeler oluşturabiliyor. Astronomlar daha önce bu süperkümelerin birkaçını haritalamış ve bunların genellikle birbiriyle Büyük Sloan Duvarı ve Laniakea süperkümesi gibi yapılardakine benzer şekilde geniş yaylar ya da duvarlar biçiminde bağlantılandığını keşfetmişti. Bu ikisi Quipu'nun keşfinden önce evrende bilinen en büyük yapılardı.

simonmayer / iStock

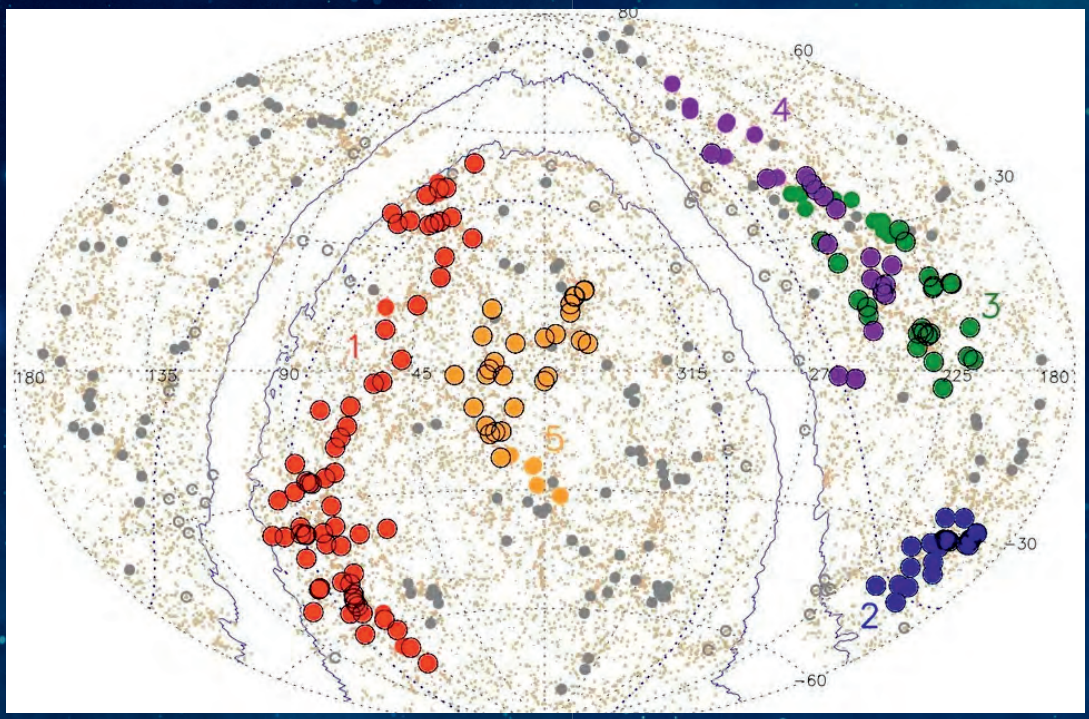
Böhringer Quipu adını, söz konusu kozmolojik yapının Güney Amerika yerlileri olan İnkalar'ın iplerde düğümler atarak sayıları kaydettikleri objeler olan kuipulara olan benzerliğinden esinlenerek seçmiş.

Böhringer ve ekibi, sonuçları *Astronomy and Astrophysics* dergisinde yayımlanan araştırmalarında Quipu dışında dört dev yapı daha keşfetti. Bu dört yapı ve Quipu hep birlikte evrendeki gök ada kümelerinin yaklaşık %45'ini, gök adaların yaklaşık %30'unu ve maddenin yaklaşık %25'ini barındırıyor.

Araştırmacılar tüm bu kütlenin evrendeki genel ortamı ne şekillerde etkilediğine ilişkin bulgulara da erişti. Buna göre bu süper yapılar kozmik arka plan ışıması adı verilen, Büyük Patlama'dan arta kalan ve uzayda homojen şekilde dolduran mikrodalga ışımasını etkiliyor. Ayrıca bu süper yapılar içindeki galaksi akışlarının yerel hızlarının evrenin genel genişlemesine ilişkin ölçümleri etkilediği de keşfedildi. Öyle ki bu yapıların hâkim olduğu bölgelerde gök adaların yerel genişlemesi Hubble sabiti olarak bilinen evrenin genel genişleme ölçümünü bozabilir.

Bu kadar büyük miktarda maddeden kaynaklanacak kütleçekiminin, kütleçekimsel mercekleme adıyla bilinen etkiyle ışıkta bükülmeye neden olarak evrenin uzak bölümlerine ait görüntüleri bozabileceği de araştırmanın bulguları arasında.

Araştırmacılar Quipu ve diğer süper yapılar üzerinde devam eden araştırmaların karanlık madde, karanlık enerji ve evrenin genel yapısı konularında yeni bilgiler sağlamaya devam edeceğini öngörüyor. Quipu'nun keşfinin, bilim insanlarını evrenin yapısına ve davranışına, özellikle de karanlık madde ve gök ada kümelerinin oluşumuna ilişkin mevcut kuramları yeniden gözden geçirmeye sevk edebileceği düşünülüyor. ■



Bu şema yeni keşfedilen süperyapıları gösteriyor. Quipu (kırmızı) yerel evrende keşfedilmiş en büyük yapı. Diğerleri de Shapley (mavi), Serpens-Corona Borealis (yeşil), Hercules (mor) ve Sculptor-Pegasus (sarı).

Kaynak

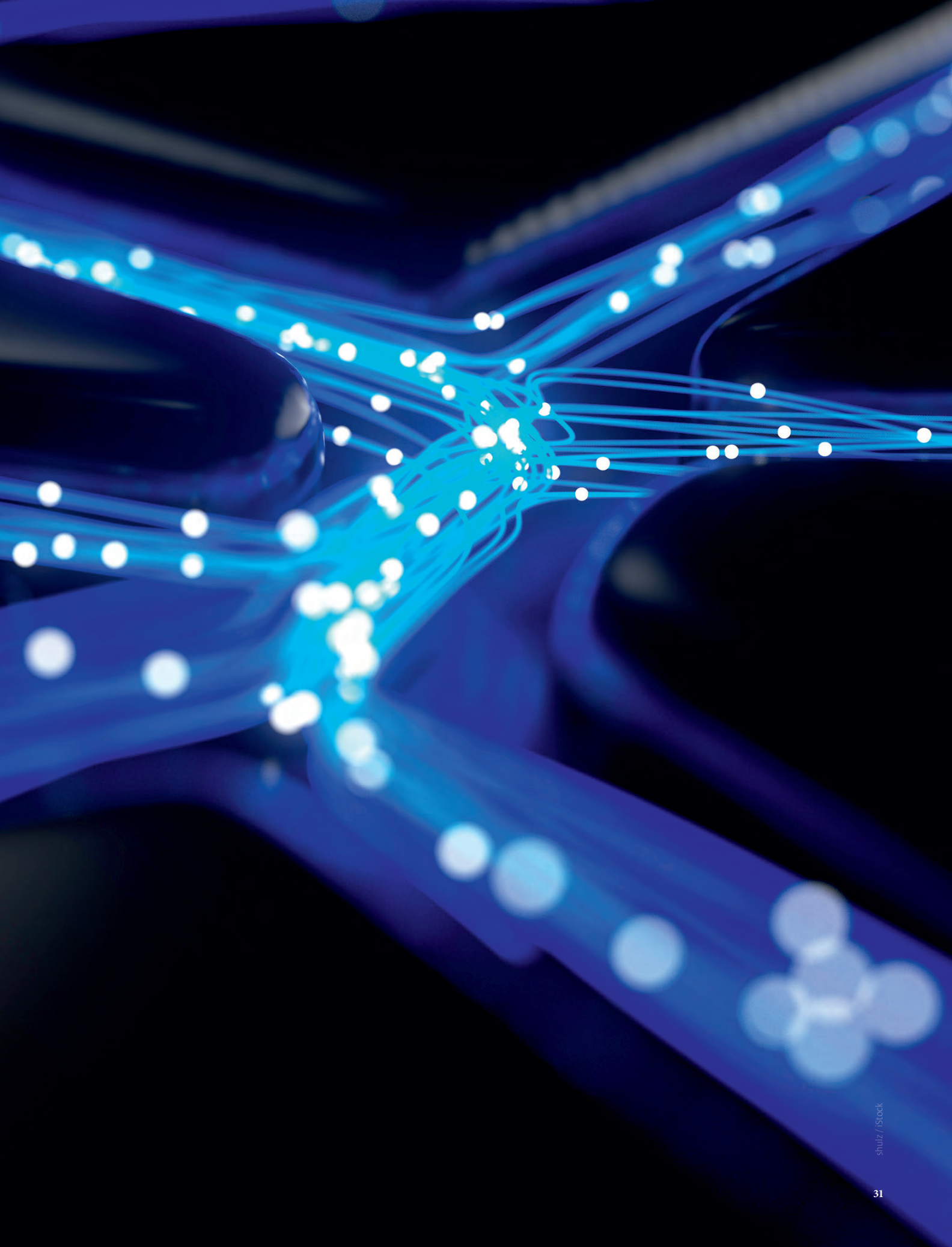
https://arxiv.org/abs/2501.19236
https://www.scimag.news/news-en/114673/unveiling-quipu-the-biggest-structure-in-the-universe/
https://www.sciencealert.com/at-1-3-billion-light-years-wide-quipu-is-officially-the-biggest-thing-in-the-universe
https://www.livescience.com/space/astronomy/astronomers-discover-quipu-the-single-largest-structure-in-the-known-universe
https://www.newscientist.com/article/2467487-astronomers-have-spotted-the-largest-known-object-in-the-universe/

kevron2001/ iStock

Yapay Zekâda Paradigma Değişikliği: DeepSeek

Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*

Yapay zekâ teknolojileri alanında uzun zamandır süregelen ABD merkezli şirketlerin hâkimiyeti, Çinli teknoloji şirketi DeepSeek'in yeni dil modeli DeepSeek-R1 ile sekteye uğradı. Model, sektörün önde gelen aktörlerinden OpenAI'ın mantıksal modeli o1 ve Anthropic'in Claude modellerine denk bir performans sergileyerek teknoloji dünyasında büyük yankı uyandırdı.



shulz / iStock

Gelişmiş Düşünce Zinciri (Chain of Thought - CoT) Teknolojisi

VCG/ Contributor / GettyImages

Yapay zekâ modellerinin mantıksal düşünme yeteneklerinde önemli bir atılım olan Düşünce Zinciri (Chain of Thought – CoT) teknolojisi, 2024'ün son çeyreğinde OpenAI'ın o1 modeliyle birlikte önemli bir dönüm noktasına ulaştı. Bu teknoloji, yapay zekâ sistemlerinin karmaşık problemleri çözme sürecinde insan benzeri bir akıl yürütme yöntemi kullanmasını sağlıyor.

DeepSeek-R1'in özellikle matematik ve kodlama alanlarındaki üstün başarısı, akademik çevrelerin dikkatini çekti. Modelin en dikkat çekici özellikleri arasında düşünce süreçlerini şeffaf bir şekilde gösterebilmesi ve gelişmiş mantık yürütme yetenekleri yer alıyor. Bu özellikler, onu mevcut rakiplerinden belirgin şekilde ayırıyor.

Modelin piyasaya sürülmesi, sektörde ekonomik dengeler açısından da önemli etkiler yarattı. ABD merkezli teknoloji firmalarının hisse değerlerinde kayda değer düşüşler gözlemlendi. Özellikle dikkat çeken bir nokta, DeepSeek-R1'in rakiplerine kıyasla çok daha düşük maliyetle eğitilmiş olması. Bu durum, yapay zekâ altyapı yatırımlarının öngörülenden daha maliyet-etkin olabileceğini gösteriyor.

DeepSeek-R1'in sektörde yarattığı bir diğer önemli etki, benimsediği açık yaklaşımdan kaynaklanıyor. Modelin ticari kullanıma uygun lisansı, rekabetçi API fiyatlandırması ve geliştirme sürecine dair önemli teknik detayların açık kaynak olarak paylaşılması, küresel teknoloji topluluğunda büyük ilgi uyandırdı.

Bu gelişmeler, yapay zekâ teknolojilerindeki güç dengesinin yeniden şekillenebileceğine işaret ediyor. Gelin şimdi bu yenilikçi modelin teknik detaylarını ve özelliklerini daha yakından inceleyelim.

CoT teknolojisinin çalışma prensibi, özellikle çok katmanlı analiz gerektiren sorularda belirgin bir fark yaratıyor. Basit bir örnekle açıklamak gerekirse: "Türkiye'nin başkenti neresidir?" gibi doğrudan bilgi gerektiren sorular için standart bir yapay zekâ modeli yeterli olabilirken "Ankara'dan Adana'ya 60 kWh'lık tam dolu pile sahip aracımla ne kadar sürede gidebilirim?" gibi karmaşık hesaplamalar gerektiren sorular için çok daha gelişmiş bir analiz süreci gerekiyor. Bu tür sorularda model,

- İki şehir arasındaki mesafe
- Elektrikli aracın enerji tüketim değerleri
- Ortalama seyahat hızı
- Şarj istasyonlarının konumları
- Şarj süreleri

gibi çok sayıda değişkeni hesaba katarak kapsamlı bir analiz gerçekleştiriyor.

Teknolojinin uygulanmasında iki farklı yaklaşım dikkat çekiyor. OpenAI'nin o1 ve henüz yaygın kullanımda olmayan o3 modelleri, bir soruya yanıt üretirken izlediği çok katmanlı düşünme sürecinin özet bir versiyonunu kullanıcılarla paylaşmayı tercih ediyor. Bu strateji hem teknoloji güvenliğini sağlamayı hem de olası güvenlik açıklarını minimize etmeyi hedefliyor.Buna karşılık DeepSeek-R1, düşünce sürecinin tüm aşamalarını şeffaf bir şekilde kullanıcılarla paylaşıyor. Bu yaklaşım, kullanıcılara modelin mantık yürütme sürecini adım adım gözlemleme imkânı sunuyor. Şeffaflık odaklı bu strateji, özellikle iki önemli avantaj sağlıyor:

1. Kullanıcılar, modelin sonuca ulaşma sürecini detaylı olarak analiz edebiliyor.
2. Hatalı sonuçlarda kullanıcılar, modelin düşünce düşünce sürecinin herhangi bir adımındaki hatalı çıkarımları tespit ederek daha doğru yönlendirmeler yapabiliyor.

Özellikle dikkat çekici bir nokta, DeepSeek-R1'in bazen nihai cevabı hatalı olsa bile düşünce sürecinde ortaya koyduğu ara analizlerin kullanıcılara değerli içgörüler sağlayabilmesi. Bu özellik, modelin eğitim ve araştırma alanlarındaki potansiyel kullanımını önemli ölçüde artırıyor.

Açık Kaynak Yaklaşımı ve Teknik Yenilikler

DeepSeek'in benimsediği şeffaflık odaklı yaklaşım, yapay zekâ alanında önemli bir paradigma değişiminin öncüsü olarak değerlendiriliyor. Şirketin paylaşım stratejisi, geleneksel anlamda tam bir açık kaynak yaklaşımı sergilemese de sektördeki diğer aktörlere kıyasla benzeri görülmemiş bir şeffaflık sunuyor. Bu yaklaşımın en somut göstergeleri:

- Model ağırlıklarının paylaşılması (açık ağırlık olarak adlandırılıyor)
- GitHub üzerinden erişilebilen kapsamlı kod tabanı
- Akademik makalelerle detaylandırılan eğitim süreçleri
- Esnek ticari kullanım lisansı
- Yeni model geliştirmede serbest kullanım imkânı

DeepSeek, bu stratejinin bir parçası olarak üç farklı model geliştirdi:

1. DeepSeek-R1-Zero: 2024'ün aralık ayında tanıtılan 671 milyar parametreli DeepSeek-V3 temel modelinin pekiştirmeli öğrenme (RL) ile geliştirilmiş versiyonu. Modelin ürettiği cevapların kalitesinin insanlar tarafından yapılan değerlendirmeye göre arturılmaması yani insan geri bildirimine dayalı ince ayar (SFT) aşaması içermemesi geri bildirimine

piranka / iStock

dayalı denetimli ince ayar (SFT) aşamasını içermemesi nedeniyle "soğuk çalıştırma" eğitimi olarak nitelendiriliyor.

2. DeepSeek-R1:
R1-Zero modelinin daha ileri bir versiyonu olan bu model, pekiştirmeli öğrenmeye ek olarak insan geri bildirimlerini içeren SFT aşamaları ve geliştirilmiş pekiştirmeli öğrenme süreçleri ile güçlendirildi.

3. DeepSeek-R1-Distill:
Bu model, önceki SFT verilerini kullanarak Qwen ve Llama modellerinin mantık yürütme kapasitelerini geliştirmeyi hedefliyor. Klasik damıtma yönteminden farklı olarak 671 milyar parametreli DeepSeek-R1'den elde edilen çıktılar, Llama (8B ve 70B versiyonları) ve Qwen (1.5B-30B versiyonları) gibi modellerin akıl yürütme yeteneklerini geliştirmek için kullanıldı.

Damıtma Teknolojisi ve Sektörel Etkileri

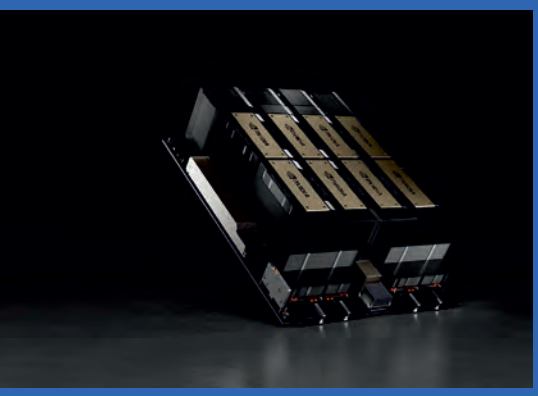
Damıtma teknolojisi, bir modelin bilgi ve yeteneklerini başka bir modele aktarmanın sistematik bir yöntemi olarak öne çıkıyor. Bu süreçte öğretmen modeline girdiler iletiliyor, elde edilen çıktılar kaydediliyor ve bu veriler öğrenci modelinin eğitiminde kullanılıyor.

GPT-4'ten GPT-4 Turbo'ya geçiş, bu teknolojinin başarılı örneklerinden biri. Damıtma işlemi, özellikle şirketlerin kendi geliştirdiği modeller arasında daha verimli sonuçlar veriyor. Bununla birlikte API veya sohbet arayüzleri üzerinden de -daha kısıtlı olsa da- uygulanabiliyor.

Bu teknoloji, sektörde önemli etik ve ekonomik tartışmaları da beraberinde getiriyor. Çeşitli modellerin hizmet şartlarıyla çelişmesine rağmen, damıtma sürecinin engellenmesi oldukça güç. IP yasakları ve hız sınırlamaları gibi teknik önlemler, tam bir koruma sağlamakta yetersiz kalıyor. Bu durum, özellikle büyük yatırımlarla geliştirilen öncü modeller için ciddi bir dezavantaj oluşturuyor. Zira geliştirilen teknolojiler kolaylıkla taklit edilebiliyor. Nitekim GPT-4 kalitesindeki modellerin sayısındaki artış, bu durumun somut bir göstergesi olarak değerlendiriliyor. Bir başka deyişle devasa bütçeler ayrılarak ortaya çıkarılan bir modeli öğretmen olarak kullanan diğer geliştiriciler, çok daha ucuza benzer kalitede modeller üretebiliyor. DeepSeek'in kendisi R1'i öğretmen olarak kullanıp açık ağırlıklı olarak sunulan Llama gibi modelleri çok daha "akıllı" hâle getirmiş. Elbette OpenAI gibi rakip firmalar DeepSeek'in ChatGPT ile eğitildiğinden de kuşkulanıyor ama bununla ilgili somut bir kanıt yok. DeepSeek, yayınladığı modellerin damıtma da dâhil başka modellerin üretilmesinde kullanılmasına izin veriyor.

DeepSeek'in sunduğu bir diğer önemli yenilik, tüm eğitim süreci boyunca 8 bitlik virgüllü sayıların (FP8) kullanılmasına izin veren, gelişmiş karma hassasiyetli eğitim çerçevesidir. Günümüzde çoğu yapay zekâ laboratuvarı, yapay nöronların hesaplamalarında

“tam hassasiyetli” 32 bitlik sayılar (FP32) kullanıyor. Bu yaklaşım, yüksek hassasiyet sağlarken önemli miktarda bellek tüketimine yol açıyor. DeepSeek’in FP8 teknolojisi ise bilimsel notasyon kullanarak sınırlı bit sayısıyla geniş sayı aralıklarını kapsama, hem mikroskobik hem de makroskobik değerleri etkin şekilde temsil etme ve geleneksel 8 bitlik sistemlerin 256 farklı değer sınırlamasını aşma özelliklerini başarıyla bir araya getiriyor. Normalde 32 bit ile virgüllü sayıları daha ayrıntılı tutulabilir. 8 bit ile küsuratın bir kısmından vazgeçilir bu da hassasiyetin düşmesi anlamına gelir. FP8 bellekten tasarruf ederken hassasiyetten sınırlı oranda fedakârlık eder ve yapay zekâ ile gerçekleştirilen birçok görev için yeterli doğruluk sağlar.



Özellikle yüksek kapasiteli işlemcilere erişimin sınırlı olduğu durumlarda bu tür verimlilik odaklı çözümler büyük önem taşıyor. Çünkü Nvidia H100 işlemcilerinin Çin’e satılmasına izin verilmiyor, bu nedenle DeepSeek daha düşük kapasiteli işlemcilerde çalışabilmek için birçok yenilik geliştirdi.

DeepSeek, sayıları aktivasyonlar için küçük karolara ve ağırlıklar için bloklara ayıran ve ağdaki kilit noktalarda stratejik olarak yüksek hassasiyetli hesaplamalar kullanan akıllı bir sistem geliştirerek bu sorunu çözdü. Diğer laboratuvarların benimsediği “eğit ve sıkıştır” yaklaşımı, süreç sonunda belirli bir kalite kaybına neden oluyor. Buna karşın DeepSeek’in yerel FP8 teknolojisi, doğrudan düşük bellek kullanımıyla eğitim yapıyor, performanstan ödün vermeden bellek optimizasyonu sağlıyor ve sıkıştırma sonrası kalite kaybı sorununu ortadan kaldırıyor. Binlerce GPU’da eğitim yaparken GPU başına bellek gereksinimlerindeki bu önemli azalma, genel olarak çok daha az GPU’ya ihtiyaç duyulması anlamına gelir.

Modern dil modellerine mantıksal düşünme yetenekleri kazandırma çabaları, yapay zekâ araştırmalarının en önemli odak noktalarından biri hâline geldi. ChatGPT 4o gibi gelişmiş modellere bu yeteneklerin kazandırılmasında kullanılan tekniklerin bir kısmı ticari sır olarak korunurken R1’in başarıyla uyguladığı ve akademik literatürde yer alan çeşitli yöntemler yapay zekâ teknolojilerinin gelişimine katkıda bulunuyor. Bu yaklaşımlardan en dikkat çekici olanı, modellerin düşünme süresini artırmaya yönelik etkileşim süresi optimizasyonu (inference-time scaling). İnsan bilişsel süreçlerine benzer şekilde yapay zekâ modellerine de daha fazla düşünme süresi tanındığında daha tutarlı ve mantıklı sonuçlar üretebiliyorlar. Kullanıcıların sorularına “adım adım düşün” veya “çözüm sürecini detaylandır” gibi yönlendirmeler eklemeleri, modellerin daha kapsamlı ve doğru yanıtlar üretmesini sağlıyor.

Ayrıca aynı soruyu tekrarlayarak en sık karşılaşılan yanıtı seçme stratejisi de yaygın olarak kullanılıyor.

Ancak DeepSeek-R1, bu geleneksel yaklaşımlardan farklı bir yol izleyerek pekiştirmeli öğrenme teknolojisini merkeze alan yenilikçi bir strateji geliştirdi. R1-Zero'nun geliştirilme sürecinde standart V3 modelinin pekiştirmeli öğrenme ile eğitilmesi temel alındı. Bu süreçte model, doğru yanıtlar ve mantık yürütme adımlarını gösterme başarısına göre ödüllendirildi veya cezalandırıldı. Bu basit ama etkili yaklaşım, modelin akıl yürütme yeteneklerini geliştirmede şaşırtıcı derecede başarılı oldu.

DeepSeek ekibi, R1-Zero'nun performansını daha da ileriye taşımak için kapsamlı bir veri seti oluşturdu. V3 ve R1-Zero modellerinin ürettiği 800.000 katmandan oluşan düşünce zinciri örneği kullanılarak geliştirilen R1, selefi R1-Zero'nun yeteneklerini önemli ölçüde aşmayı başardı.

Şirketin inovasyon yolculuğu burada durmadı. DeepSeek ekibi, R1'in kazandığı yetenekleri açık kaynaklı Llama ve Qwen 2.5 modellerine aktarmayı başardı. Damıtma yöntemiyle gerçekleştirilen bu bilgi transferi, daha küçük ölçekli modellerin de gelişmiş akıl yürütme yetenekleri kazanmasını sağladı. Her ne kadar bu modeller R1'in performans seviyesine ulaşamasa da R1-Zero'nun ötesine geçmeyi başardılar.

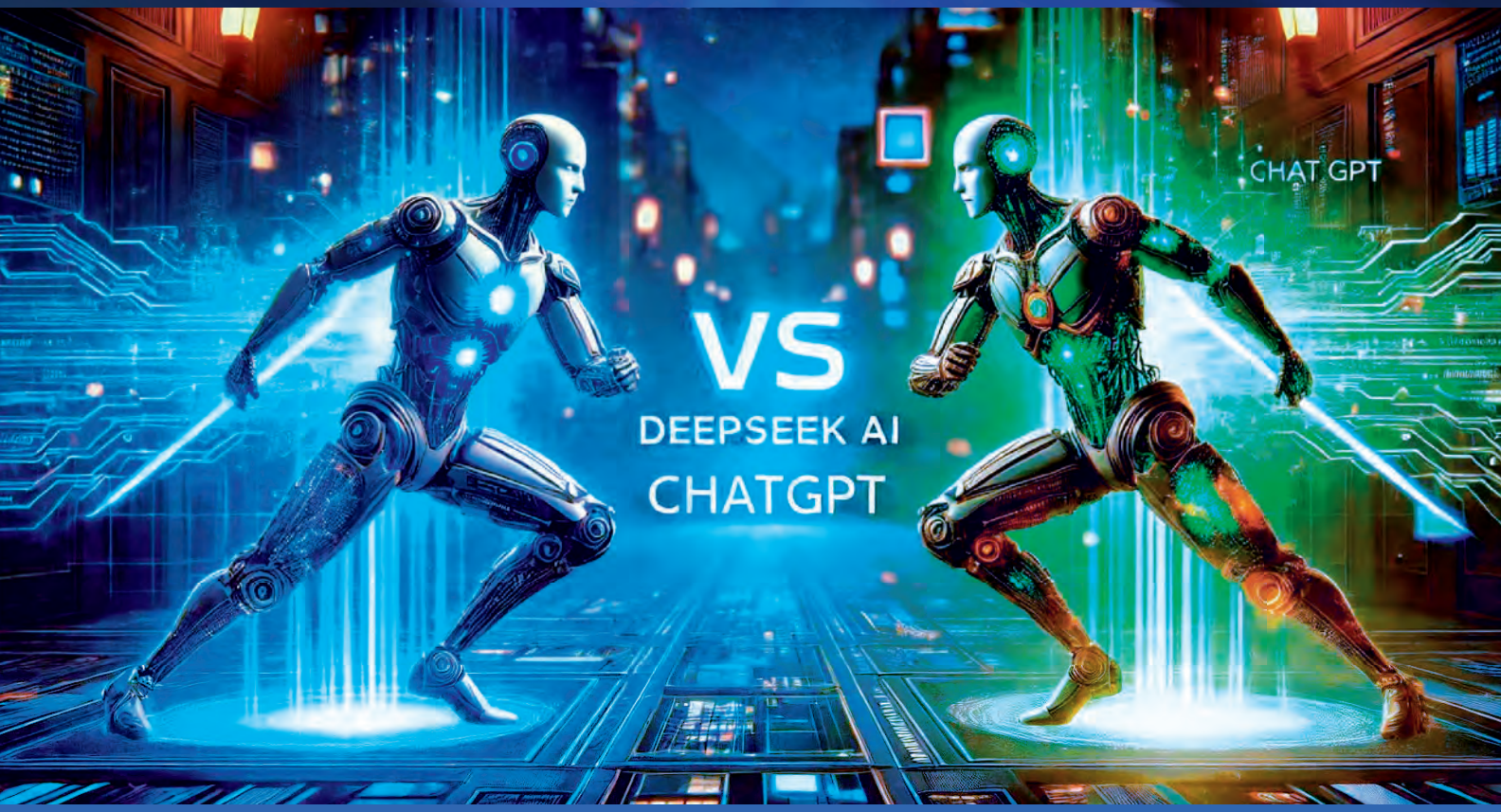
DeepSeek'in bu başarısı sektörde geniş yankı uyandırdı ve benzer yaklaşımları benimseyen diğer araştırma ekipleri de kayda değer sonuçlar elde etti. Özellikle Berkeley'deki California Üniversitesinden NovaSky ekibinin sadece 450 dolarlık bir yatırımla Qwen 2.5 modelini o1 seviyesine çıkarması, bu teknolojik yaklaşımın potansiyelini gözler önüne serdi. Geliştirilen bu model hem açık kaynak hem de yüksek performanslı.

Uzman Karışımı Kullanımı

DeepSeek-V3, yapay zekâ dünyasında çığır açan uzman karışımı (MoE) yaklaşımıyla 671 milyar parametreli devasa bir model mimarisini yönetilebilir bir yapıya dönüştürmeyi başardı. Bu teknolojik atılım, yapay zekâ sistemlerinin verimliliğini ve erişilebilirliğini kökten değiştirme potansiyeli taşıyor.

Uzman karışımı yaklaşımı, tek bir büyük modelin içinde farklı uzmanlık alanlarına sahip altyapıların bulunması prensibine dayanıyor. Bu yaklaşım, ChatGPT'nin ilk sürümü olan GPT-3.5 gibi tüm parametreleri sürekli aktif tutan geleneksel modellerden önemli ölçüde ayrılıyor. GPT-4'ün benimsediği MoE mimarisi, her biri yaklaşık 110 milyar parametreye sahip 16 uzman yapıyı barındırarak bu alanda öncü bir adım atmıştı.

DeepSeek'in getirdiği yenilik, "kayıpsız yardımcı" yük dengeleme stratejisiyle performans düşüşünü engellerken verimli uzman kullanımını mümkün kılması. Sistem, gelen sorguları en uygun uzmanlara



yönlendirerek kaynakları optimize ediyor. Bu yapı, adeta farklı alanlarda uzmanlaşmış profesyonellerden oluşan bir danışma kurulu gibi çalışıyor. Teknik açıdan bakıldığında DeepSeek'in sistemi, 256

uzmandan oluşuyor ve her sorgu için bunların arasından sekizini seçiyor. Ayrıca tüm girdileri işleyen ve paylaşan bir uzman da sistemin önemli bir parçasını oluşturuyor. Bu mimarinin en önemli avantajı, modelin toplam parametre sayısı yüksek olmasına rağmen herhangi bir anda yalnızca küçük bir alt kümenin aktif olması. Böylece 671 milyar parametrelik devasa modelin yalnızca 37 milyar parametresi aynı anda işlem görüyor.

Bu verimlilik artışının pratik sonuçları oldukça etkileyici. Model, her biri 40 bin dolar değerindeki H100 GPU'lar yerine fiyatı bin dolar civarında olan iki Nvidia 4090 GPU ile çalışabiliyor. Bu maliyet optimizasyonu, yapay zekâ teknolojilerinin büyük şirketlerin teklinden çıkarak daha erişilebilir olması açısından kritik bir gelişme olarak değerlendiriliyor.

DeepSeek'in sistemi, ayrıca özelleşmiş ve genel amaçlı uzmanlar arasında dengeli bir dağılım sağlayarak eğitim sürecindeki verimliliği de artırıyor. Geleneksel MoE modellerinde eğitim sırasında karşılaşılan iletişim yükü problemi, DeepSeek'in yenilikçi yaklaşımıyla büyük ölçüde çözülmüş durumda. Bu başarıya uzman karışımı modellerinin en büyük sınırlamalarından biri olan bellek gereksinimi optimize edilerek ulaşıldı.

Eğitim Stratejisi

DeepSeek'in geliştirdiği yapay zekâ modeli, etkileyici bir veri havuzunda gerçekleştirilen yoğun eğitim süreciyle dikkat çekiyor. Model, yaklaşık 15 trilyon belirteçli (25 trilyon karakter) devasa bir veri setiyle 2,79 milyon GPU saati boyunca eğitildi. Bu süre, ilk bakışta oldukça uzun görünse de sektördeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında önemli bir verimlilik artışına işaret ediyor. Örneğin Meta'nın açık kaynak modellerinden Llama 3.1 405B'nin eğitimi için harcanan sürenin onda biri kadar bir zamana denk geliyor.

Modelin eğitim sürecinde kodlama ve matematik alanlarındaki verileri özel bir önem taşıyor. DeepSeek ekibi, göreceli grup politika iyileştirmesi (GRPO) olarak adlandırılan yenilikçi ve pekiştirmeli bir öğrenme yaklaşımıyla özellikle mantık yürütme yeteneklerinde çarpıcı gelişmeler elde etti.

Pekiştirmeli öğrenme teknolojisi, yapay zekâ sistemlerinin belirli hedeflere ulaşmasını teşvik eden ödül-ceza mekanizmasına dayanıyor. Bu yaklaşımda modeller, çevreleriyle etkileşime girerek aldıkları geri bildirimlere göre karar mekanizmalarını optimize ediyor. GRPO'nun getirdiği yenilik, her tekil etkileşim yerine benzer özellikteki etkileşim gruplarının ortalamasını baz alarak karar mekanizmalarını güncellemesi.

Geleneksel denetimli öğrenme yöntemlerinden farklı olarak pekiştirmeli öğrenme, modelin kendi başına optimal davranışları keşfetmesini sağlıyor. Bu teknoloji, özellikle oyun yapay zekâsı ve robotik kontrol sistemlerinde yaygın olarak kullanılıyor. Büyük dil modellerinde ise düşünce zinciri (CoT) süreçlerinin geliştirilmesinde kritik rol oynuyor.

DeepSeek'in eğitim stratejisinde dikkat çeken bir diğer nokta, ön eğitim sonrasında uygulanan çift aşamalı pekiştirmeli öğrenme yaklaşımı. İlk aşamada model, mantık yürüterek doğru cevapları kendiliğinden bulma yeteneği kazanıyor. Ancak bu süreçte karşılaşılan tutarsızlıkları ve dil karışıklıklarını gidermek için önceden hazırlanmış mantık yürütme metinleriyle desteklenen ikinci bir pekiştirmeli öğrenme aşaması uygulanıyor. Bu kapsamlı yaklaşım, R1 modelinin ortaya çıkmasıyla sonuçlandı.

DeepSeek R1'in bir başka önemli iyileştirmesi de metnin devamını tahmin etmesine dayalı sistemde oldu. Normalde dil modelleri, elindeki metnin devamına

eklenecek bir sonraki belirtecin ne olduğunu tahmin etmeye çalışıyor. Bu şekilde sözcükler oluşuyor. Ancak literatürdeki bilimsel çalışmalar, tek seferde bir sonraki belirteci değil de hem bir sonraki hem de ondan sonraki belirteci tahmin etmeye çalışarak yapılan model eğitiminin daha başarılı olabileceğini gösteriyor. DeepSeek ekibi, model eğitiminde bu yöntemi uyguladı. İlk belirteci tahmin etmek için kullanılan katmana ek olarak ikinci belirteci de tahmin etmeyi sağlayan başka katmanlar eklediler. Eğitim bu şekilde gerçekleştikten sonra model kullanıma sunulduğunda ilk belirteci tahmin eden katmanın dışında kullanılan diğer katmanları devre dışı bıraktılar. Buna rağmen ilk katman çok daha başarılı çalışmaya devam etti.

DeepSeek-V3'te uygulanan çok başlı gizli dikkat (Multi-head Latent Attention - MLA) teknolojisi de bellek optimizasyonu konusunda önemli bir atılım sağladı. Bu sistem, yapay zekâ modellerinin geleneksel olarak karşılaştığı gereksiz veri depolama sorununa yenilikçi bir çözüm getiriyor. MLA, verileri eğitim sürecinin başından itibaren akıllı bir sıkıştırma algoritmasıyla işleyerek yalnızca kritik bilgilerin saklanmasını sağlıyor. Bu yaklaşım hem eğitim maliyetlerini düşürüyor hem de modelin odaklanma kabiliyetini artırıyor. Bu sıkıştırma işlemi, modelin öğrenme sürecinin içine entegre edilmiş. Yani önce veriyi saklayıp sonra gereksiz kısımları atmak yerine en baştan sadece en önemli bilgileri saklamayı öğreniyor. Böylece model eğitimi için çok daha az işlemci (GPU) gerekiyor, bu da maliyeti düşürüyor ve süreci hızlandırıyor. Ayrıca model, gereksiz detaylara takılmak yerine gerçekten önemli bilgilere odaklanıyor.

DualPipe algoritmaları ve özel iletişim çekirdekleri, GPU kaynak kullanımında önemli bir optimizasyon sağladı. Sistem, GPU'ların akışlı çoklu işlemcilerinden (SM) yalnızca 20'sini iletişim için kullanırken geri kalan kaynakları, hesaplama işlemlerine ayırıyor. Bu akıllı kaynak yönetimi, geleneksel eğitim sistemlerine kıyasla çok daha yüksek GPU verimliliği sunuyor.

DeepSeek'in teknik makalelerde açıkladığı diğer optimizasyonlar arasında

- Tensör paralelliğinden kaçınan yeni yaklaşımlar
- Geri yayılım sürecinde seçici yeniden hesaplama stratejileri
- Ana model ve yardımcı tahmin modülleri arasında parametre paylaşımı

yer alıyor. Tüm bu teknolojik yeniliklerin birleşimi, eğitim sürecinde yaklaşık 45 kat verimlilik artışı sağladı.

Maliyet Optimizasyonu

DeepSeek'in yapay zekâ alanındaki başarı hikâyesi, finans teknolojileri sektöründeki deneyimlerinden beslenen özgün bir inovasyon stratejisine dayanıyor. Firma, risk yönetimi, portföy optimizasyonu ve algoritmik ticaret alanlarındaki uzmanlığını, 2021'de hayata geçirdiği 10.000 GPU'luk devasa altyapı yatırımıyla yapay zekâ alanına taşıdı.

ABD'nin Çin'e yönelik teknoloji ihracat kısıtlamaları, DeepSeek'i zorunlu bir inovasyon sürecine yönlendirdi. Firma, donanım kısıtlamalarını aşmak için mevcut altyapısını maksimum verimlilikle kullanmaya odaklandı. Bu süreçte geliştirilen düşük seviyeli sistem optimizasyonları ve özgün iletişim mimarisi, çoklu ajan sistemlerinin performansında önemli iyileştirmeler sağladı.

DeepSeek'in maliyet yapısı, sektör ortalamalarıyla karşılaştırıldığında çarpıcı bir verimlilik tablosu ortaya koyuyor. Ana model V1'in eğitim maliyeti 5,6 milyon dolar seviyesinde gerçekleşti. Sektör deneyimleri, ön hazırlık ve optimizasyon süreçlerinin bu maliyeti 2-4 kat artırabileceğini gösteriyor. Buna rağmen toplam maliyet, OpenAI'ın benzer modeller için harcadığı 100-200 milyon dolarlık bütçenin çok altında kaldı.

DeepSeek, teknik bölümde açıkladığımız çoklu uzman kullanımı, ileri düzey bellek yönetimi, yenilikçi eğitim metodolojisi gibi yöntemler sayesinde rakiplerinin onda birinden daha az bir maliyetle rekabetçi bir ürün ortaya çıkardı.

Bu maliyet avantajı, hizmet fiyatlarına da doğrudan yansıdı. DeepSeek, 1 milyon belirteç işlemi için 0,55 dolar gibi rekabetçi bir fiyat sunabilirken sektör lideri o1 modelinin fiyatları, bunun 20-30 katı seviyesinde seyrediyor. Bu rekabetçi fiyatlandırma stratejisi, sektördeki diğer aktörleri de fiyat politikalarını gözden geçirmeye ve daha ekonomik alternatifler sunmaya yönlendirdi.

Performans Analizi

DeepSeek-R1'in sektördeki önde gelen diğer yapay zekâ modelleriyle karşılaştırıldığı testler, teknoloji dünyasında dikkat çekici sonuçlar ortaya koydu. Model, OpenAI'nin güçlü yapay zekâ sistemi o1 ile gerçekleştirilen 11 farklı performans testinin 5'inde üstün başarı gösterdi.

Özellikle matematik ve yazılım alanlarındaki testlerde etkileyici bir performans sergileyen DeepSeek-R1; AIME 2024, MATH-500 ve SWE-Bench Verified gibi kritik değerlendirmelerde o1'i geride bıraktı. LiveCodeBench testlerinde elde edilen sonuçlar, bu başarıyı sayısal verilerle destekliyor: DeepSeek-R1 %65,9'luk kod çözüm oranıyla o1'in %63,4'lük performansının üzerine çıkmayı başardı.

Model ayrıca düşünce zinciri teknolojisini kullanmayan, sektörün önde gelen iki modeli Anthropic Claude 3.5 Sonnet ve OpenAI GPT-4o'yu geride bırakarak önemli bir teknolojik üstünlük gösterdi.

DeepSeek ekibinin açık kaynak modeller üzerindeki çalışmaları da dikkat çekici sonuçlar üretti. Qwen modelinin geliştirilmiş versiyonu olan DeepSeek-R1-Distill-Qwen-32B, AIME 2024 ve GPQA Diamond dahil tüm test platformlarında OpenAI-o1-mini'den daha iyi performans gösterdi. Benzer şekilde Meta'nın Llama-70B modelinin optimize edilmiş versiyonu DeepSeek-R1-Distill-Llama-70B, Codeforces dışındaki tüm karşılaştırma testlerinde o1-mini'yi geride bıraktı.

Teknik kapasite açısından değerlendirildiğinde DeepSeek-R1'in 128.000 belirteçli maksimum girdi kapasitesi, endüstri standartlarıyla uyumlu bir performans sunuyor. Google'ın 1 milyon belirteç işleyebilen modellerine göre düşük kalsa da tek seferde 300 sayfayı aşan metin işleme kapasitesine sahip olan modelin performans seviyesi pratik kullanımlar için yeterli.

Bu sonuçlar, DeepSeek'in geliştirdiği teknolojik inovasyonların sadece maliyet optimizasyonu değil, performans açısından da sektörde yeni bir rekabet düzeyi belirlediğini gösteriyor. Özellikle açık kaynak modellerin iyileştirilmesindeki başarı, yapay zekâ teknolojilerinin yaygınlaşması açısından umut verici bir gelişme olarak değerlendiriliyor.

DeepSeek'in Sektörel Etkisi

DeepSeek'in yüksek performanslı yapay zekâ modellerini düşük maliyetle geliştirme ve ticari kısıtlamalardan uzak bir şekilde sunma başarısı, teknoloji sektöründeki güç dengelerini yeniden şekillendiriyor. Bu gelişmenin sektördeki büyük oyuncular üzerindeki etkileri, farklı iş modellerine sahip şirketler için çeşitli fırsatlar ve zorluklar yaratıyor.

Microsoft açısından bakıldığında yüksek performanslı modellerin düşük maliyetle erişilebilir hâle gelmesi, veri merkezi yatırımlarında önemli bir optimizasyon potansiyeli sunuyor. Şirketin GPU altyapısına yapacağı yatırımları azaltabilmesi, kullanıcılara sunulan hizmetlerin maliyet yapısını iyileştirmesine imkân sağlıyor.

Amazon Web Services (AWS) için durum daha da ilginç bir boyut kazanıyor. Kendi üst düzey modelini geliştirme konusunda yaşadığı zorluklar, yüksek kaliteli açık kaynak modellerin varlığıyla dengelenebilir. Bu durum, AWS'nin rekabetçi fiyatlarla kaliteli yapay zekâ hizmetleri sunmasına olanak tanıyor.

Apple, birleşik bellek mimarisi sayesinde bu dönüşümden en fazla fayda sağlayabilecek şirketlerden biri olarak öne çıkıyor. Apple Silicon çiplerin 192 GB'a kadar çıkabilen birleşik bellek kapasitesi, Nvidia'nın oyun GPU'larındaki 32 GB VRAM sınırının çok ötesinde bir potansiyel sunuyor. CPU, GPU ve NPU arasındaki entegre bellek paylaşımı, düşük bellek gereksinimli modellerin optimum performansla çalışmasına imkân tanıyor. Meta için bu gelişmeler, sosyal platformlarda yapay zekâ entegrasyonunun maliyetlerini düşürme potansiyeli taşıyor. Etkileşim maliyetlerindeki azalma, yapay zekâ destekli özelliklerin daha yaygın kullanımını mümkün kılıyor.

Google ise bu dönüşümden farklı şekilde etkilenebilir. Şirketin TPU çipleri üzerinden elde ettiği rekabet avantajı, donanım gereksinimlerinin düşmesiyle birlikte göreceli olarak azalabilir. Daha da önemlisi, düşük maliyetli yapay zekâ etkileşimlerinin yaygınlaşması, geleneksel arama hizmetlerine alternatif çözümlerin geliştirilmesini hızlandırabilir.

Bu teknolojik dönüşüm, sektördeki rekabet dinamiklerini derinden etkilerken özellikle mobil cihazlar ve kişisel bilgisayarlarda yapay zekâ modellerinin yerel olarak çalıştırılabilmesi, kullanıcı deneyiminde yeni bir dönemin kapılarını aralıyor. ■

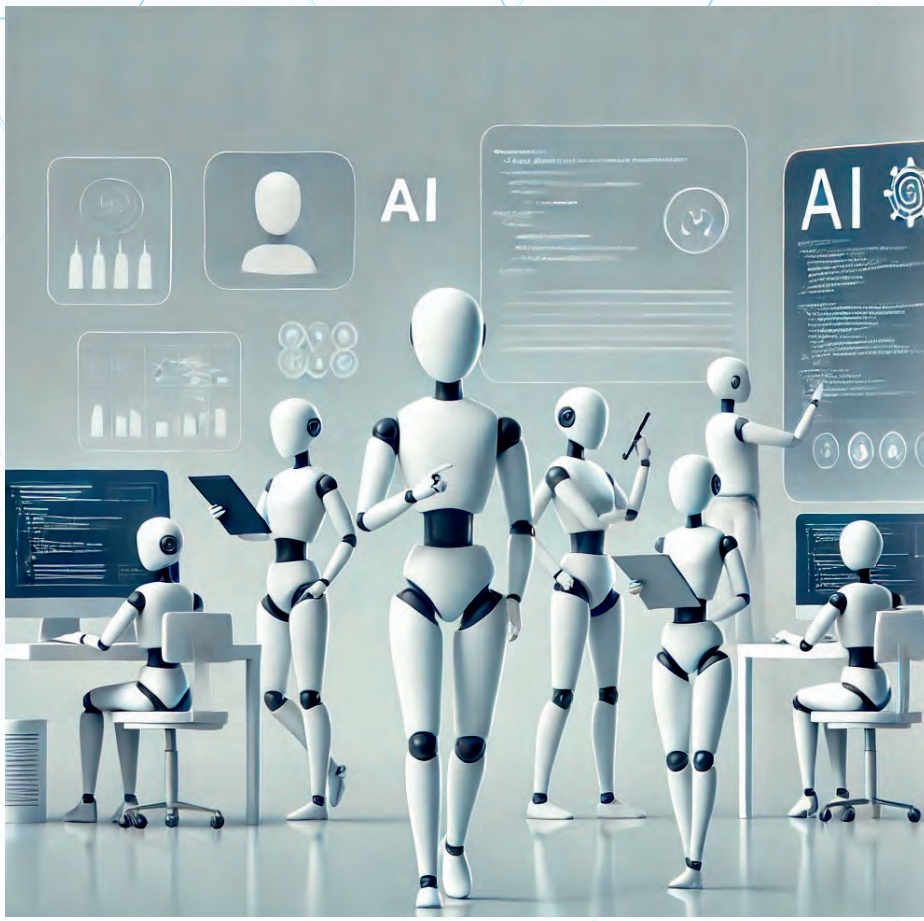
Kaynaklar

https://arxiv.org/abs/2501.12948
https://novasky-ai.github.io/posts/sky-t1/

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*

Bilgi İşçileri



ChatGPT'nin geliştiricisi olan OpenAI şirketi Operator isimli yeni bir web uygulaması tanıttı. Şu an sadece ChatGPT'nin ABD'deki ücretli abonelerinin erişimine sunulan Operator internette arama yapma, web sitelerinde gezinme, internetteki bilgi formlarını doldurma gibi web tabanlı internet işlemlerini kullanıcılar adına gerçekleştirebiliyor. Performans değerlendirmelerinde, Operator'ün CUA modeli, WebVoyager testlerinde %87 başarı oranına ulaşırken, OSWorld ölçümlerinde %38,1 oranında başarı gösterdi.

Benzer bir yaklaşımla geliştirilen OpenHands projesi, yapay zekâ asistanlarını daha erişilebilir kılmayı hedefliyor. Xingyao Wang liderliğinde Illinois, Carnegie Mellon, Yale gibi önde gelen üniversite ve kuruluşlardaki araştırmacılar tarafından geliştirilen bu açık kaynaklı sistem, kullanıcılara kod yazma, internet tarama yapma ve bilgi işleme konularında destek sunuyor.

Anthropic şirketinin Claude adlı yapay zeka modeli ile sunduğu Computer Use özelliği, masaüstü görevlerin otonom şekilde gerçekleştirilmesine odaklanırken Google DeepMind'ın büyük dil modeliGemini 2.0 üzerine inşa edilen Project Mariner ise bir web gezinme asistanı olarak öne çıkıyor. Perplexity Assistant ise Android telefonlarda Uber çağırma gibi mobil uygulamaları otomatikleştiriyor.

İlk kullanıcı deneyimleri, bu sistemlerin henüz insanların performansına ulaşamadığını gösterse de teknoloji hızla gelişiyor. Operator ve benzeri sistemler, kişisel ve kurumsal kullanım için farklı alanlarda yapay zekâ destekli hizmetler sunarak gelecek nesil ürünlere örnek oluşturuyor.

https://github.com/All-Hands-AI/OpenHands
https://bit.ly/openai-operator

İnsansı Robotların Kullanımı Yaygınlaşıyor

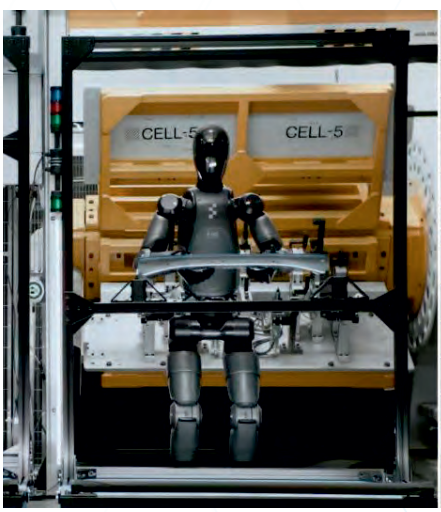
Çinli robot üreticileri Unitree ve EngineAI, Las Vegas'taki Tüketici Elektroniği Fuarı'nda (CES) sergiledikleri uygun fiyatlı insansı robotlarla ileri robotik teknolojilerin gündelik hayatta kullanılmasına bir adım daha yaklaşıldığını gösterdi.

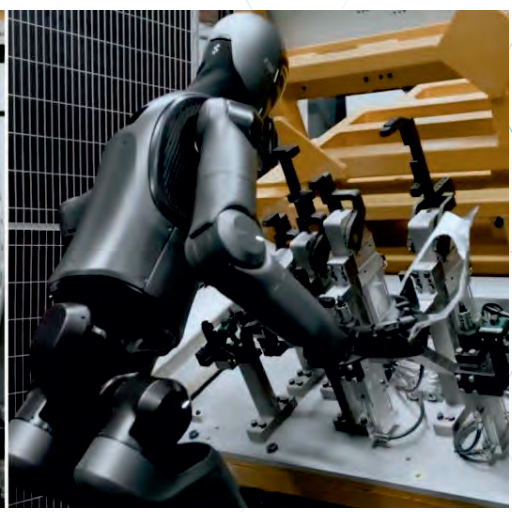
Unitree'nin geliştirdiği G1 insansı robotun üç parmaklı ve beş parmaklı versiyonları fuarda en çok ilgi çeken modeller arasındaydı. Model, merdiven çıkma ve engelleri aşma gibi temel hareketleri başarıyla gerçekleştirebiliyor. Boyu 1,30 m ve kütlesi 35 kg olan G1'in tasarımı, birçok farklı görev ve işlevi yerine getirmesine imkân veriyor. Saatte 7 kilometreye varan hıza ulaşabilen robot 2,3 kg'a kadar yük taşıyabiliyor. Şarj edilebilir ve değiştirilebilir bataryası iki saatlik kullanım süresi sunuyor. Dört farklı model seçeneğine sahip olan Unitree G1, Python ve C++ programlama dilleriyle programlanabiliyor, Jetson Orin AI hızlandırıcıları ise robotun yapay zekâ sistemlerinin daha hızlı çalışmasını sağlıyor.

İnsansı robotlar geliştşiren diğer bir şirket olan EngineAI'nin PM01 modeli 1,35 m boy ve 40 kg kütleye, SE01 modeli ise 1,70 m boy ve 55 kg kütleye sahip. Her iki model de saatte 7 kilometre hıza ulaşabiliyor ve Nvidia Jetson Orin AI işlemcisiyle çalışıyor. Tesla'nın insansı robotu Optimus'tan 2025'te birkaç bin adet üretmeyi planladığı ve 2026'da bu sayıyı 100.000'e çıkarmayı hedeflediği biliniyor. Figure AI'nin Figure AI şirketinin Figure 02 modeli, BMW'nin Spartanburg'taki fabrikasında, bazı görevlerde %400'lük hız artışı sağladığı belirtiliyor.

İnsansı robotlar şu an gelişimlerinin erken aşamalarında olsalar da özellikle yaşlı bakımı ve lojistik gibi alanlarda tekrarlayan veya fiziksel güç gerektiren işler için umut vadediyor. Ancak uzmanlar, endüstriyel uygulamalarda tekerlekli robotların daha ekonomik olduğunu vurgulayarak özellikle ağır yük taşımada daha verimli ve dengeli olduklarını da belirtiyorlar.

Unitree G1 insansı robotu

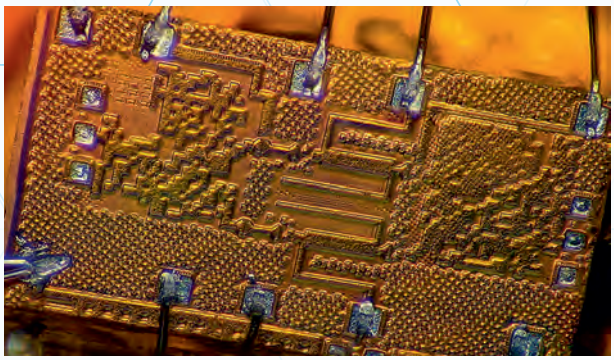




unitree.com/g1
engineai.com.cn/product_fore
https://yhoo.it/4guDwBy

Derin Öğrenme ile Üretilen Çipler

Princeton Üniversitesi ve Hindistan Teknoloji Enstitüsünden Dr. Emir Ali Karahan, Dr. Zheng Liu ve Dr. Aggraj Gupta liderliğindeki araştırma ekibi, derin öğrenme sayesinde kablosuz iletişim uygulamalarında kullanılan antenlerin, filtrelerin, güç bölücülerin ve rezonatörlerin tasarımında çarpıcı sonuçlar elde etti.



Nature Communications dergisinde yayımlanan makaleye göre araştırma ekibi, özel algoritmalar ve genelde görsel bilginin analiz edilmesinde başvurulan evrişimli sinir ağlarını (Convolutional Neural Networks – CNN) kullanarak yarı iletken yüzeylerin yükseltilmiş veya alçaltılmış bölümlerini ikili görüntüler hâlinde temsil eden bir sistem geliştirdi. Bu sistem, elektromanyetik saçılma ve radyasyon özelliklerini tahmin etme yeteneğine sahip.

Araştırmacılar, Matlab EM Toolbox kullanarak bir eğitim veri seti oluşturdu. 200x200 mikrometreden (10x10 piksel) 500x500 mikrometreye (25x25 piksel) kadar değişen boyutlardaki çip tasarımlarını kapsayan bu set, her boyut için ayrı bir CNN eğitiminde kullanıldı. Sistem, rastgele üretilen 4.000 tasarımın özelliklerini tahmin ederek turnuva yöntemiyle en uygun tasarımları seçti. Geleneksel yöntemlerle 21 gün süren 300x300 mikrometre boyutundaki bir çip tasarımı, bu yeni yaklaşımla yaklaşık 6 dakikada tamamlanabiliyor. Bu hız artışı, endüstriyel uygulamalar için kritik öneme sahip.

Google da benzer bir proje olan AlphaChip ile veri merkezlerinde kullandığı TPU'larda yer alan SRAM ve mantık kapıları gibi çip bileşenlerinin silisyum üzerinde konumlandırılmasında pekiştirmeli öğrenme tekniklerini kullanıyor.

Benzer bir çalışmada Microsoft'tan Claudio Zeni, Robert Pinsler ve Daniel Zügner'in öncülüğündeki araştırma ekibi, geleneksel tarama yöntemlerinden farklı olarak doğrudan, istenilen özelliklere sahip yeni malzemeler üretebilen MatterGen adında bir sistem tasarladı. *Nature* dergisinde yayımlanan makaleye göre MatterGen, kimyasal, mekanik, elektronik ve manyetik özellikleri belirlenmiş malzemeleri, difüzyon tabanlı yapay zekâ modeliyle üretebiliyor.

Sistem, Materials Project ve Alexandria veri tabanlarından alınan 608.000 kararlı malzeme örneğiyle eğitildi. MatterGen'in en önemli özelliği, 3 boyutlu geometri üzerinde çalışan difüzyon mimarisi. Tıpkı bir görüntü difüzyon modelinin metin komutlarından resim üretmesi gibi MatterGen de rastgele bir yapıdan başlayarak atom pozisyonlarını, elementleri ve periyodik kafes yapısını ayarlayarak yeni malzemeler oluşturuyor.

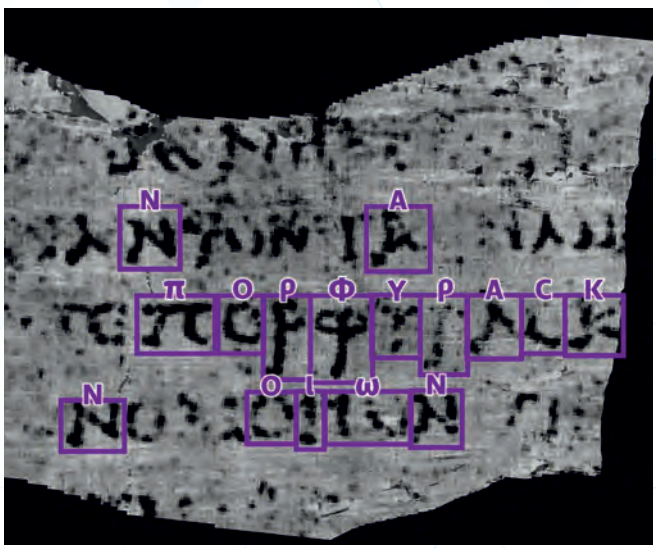
Araştırma sonuçları, MatterGen'in geleneksel tarama yöntemlerine göre önemli avantajlar sunduğunu gösteriyor. Örneğin 400 GPa üzerinde sıkıştırma direncine sahip yeni malzemeler üretmede geleneksel yöntemler 40 örnekte sınırlanırken MatterGen, 100'den fazla yeni malzeme önerisi sunabildi.

Bu teknoloji, özellikle lityum-iyon pilleri, güneş gözeleri ve karbon yakalama sistemleri gibi kritik teknolojilerin geliştirilmesinde önemli rol oynayabilir. MatterGen'in sunduğu yenilikçi yaklaşım, malzeme biliminde yapay zekâ destekli tasarım paradigmasının önünü açıyor ve bilinmeyen malzemelerin keşfinde etkili bir araç sunuyor.

https://bit.ly/ai-cip
https://bit.ly/mattergen

Antik Papirüslerdeki Metinler Çözüldü

Youssef Nader, Luke Farritor ve Julian Schilliger'den oluşan araştırma ekibi, binden fazla ekibin katıldığı Vesuvius Challenge yarışmasında 2000 yıldır okunamayan antik metinleri çözerek 700.000 dolarlık büyük ödülü kazandı. Metinlerin üzerinde bulunduğu papirüsler, MS 79 yılında İtalya'daki Vezüv Yanardağı'nın patlamasından sonra sıcak kül ve çamurun altında kalarak kömürleşmişti.



İtalya'nın güneyindeki Herculaneum antik kentinde bulunan bir villanın kalıntılarından çıkarılan bu papirüsler açıldığında yaklaşık 9 metre uzunluğa ulaşabiliyor. Araştırmacılar, X-ışını tomografisi yöntemi ile dört adet bozulmamış papirüs rulosunun yüksek çözünürlüklü üç boyutlu taramalarını elde etti. Özel olarak geliştirilen bir yazılım bu üç boyutlu taramaları, rulo şeklindeki papirüsler fiziksel olarak açılmadan, iki boyutlu yüzey görüntülerine dönüştürdü. Böylece papirüs ruloları dijital olarak açılmış oldu.

Ekibin geliştirdiği ResNet isimli yapay zekâ modeli 64x64 piksellik görüntü parçalarını analiz ederek papirüslerin iki boyutlu yüzey görüntülerindeki mürekkep izlerini belirledi. Döngüsel bir süreçle tespit edilen her yeni mürekkep izi eğitim setine eklenerek modelin performansı artırıldı. Ekip daha sonra TimeSformer, Resnet3D-101 ve I3D olmak üzere üç farklı yapay zekâ mimarisi kullanarak modellerini geliştirdi. Bu modeller, kömürleşmiş papirüs katmanlarının yüzeyindeki mürekkep kalıntılarını tespit edebildi. Araştırmacılar, bir papirüsteki 140 karakterlik dört pasajın %85'ini okunabilir hâle getirmeyi başardı. Çözümlenen metinler, Epikürcü felsefi düşünceleri içeriyor.

Herculaneum kütüphanesinde hâlen 800 papirüs rulosu bulunuyor ve kazı çalışmalarıyla binlerce yeni papirüs rulosunun ortaya çıkarılması bekleniyor.

scrollprize.org

“Samanlıkta İğne Arayan”, Bol Ödüllü Bilim Kadını

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı

ile Metal Organik Çerçeveli Yapılar Üzerine...

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Mart ayında kutlayacağımız 8 Mart Dünya Kadınlar Günü ve 8-14 Mart Bilim ve Teknoloji Haftası'na atfen bu sayımızda, Koç Üniversitesi Kimya ve Biyoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi ve Nano-malzemeler, Enerji ve Moleküler Modelleme Araştırma Grubu (NEMO) Direktörü Prof. Dr. Seda Keskin Avcı ile yaptığımız söyleşiye yer veriyoruz. Kendisi onlarca ödülün sahibi. Son olarak da yeni nesil nano-gözenekli malzemelerin temiz ve sürdürülebilir enerji uygulamalarına yönelik uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları nedeniyle 2024 yılı TÜBİTAK Bilim Ödülü’ne lâyık görüldü. Ayrıca kısa bir süre önce de kimya bilimine yaptığı olağanüstü katkılarından dolayı Royal Society of Chemistry (FRSC) üyeliğine seçildi. Yaptığımız söyleşide Prof. Dr. Seda Keskin Avcı’dan hayat öyküsünü, kendisine ödüller getiren başarılı araştırmalarını ve gençlere tavsiyelerini dinledik.

1982 yılında İstanbul'da doğan Prof. Dr. Seda Keskin Avcı, lise eğitimini Çemberlitaş Kız Lisesi'nde tamamladı. Ardından Boğaziçi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünü kazandı. O zamanlar mühendisliğe ve fen bilimlerine ilgi duysa da bölüm seçimini biraz da üniversite sınavından aldığı puan belirledi. Bilime olan merakını kimya mühendisliği bölümünü okurken fark etti. Bölümün zannedildiğinin aksine kimya değil de daha çok matematik ağırlıklı olduğunu görmesi matematiği, modellemeyi, sayıları ne kadar sevdiğini keşfetmesini sağladı. Kimya Mühendisliği Bölümünü birincilikle bitirdi ve kendi deyimiyle hocalarının yönlendirmesiyle aynı üniversitede ve bölümde yüksek lisans eğitimine devam etti. Her ne kadar o sıralar akademik kariyer yapmak gibi bir hayali olmasa da yüksek lisans, kendisinin araştırma yapmaktan ne kadar büyük keyif aldığını fark etmesini sağladı.

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı, her başarılı bilim insanının kendi çocukluğundaki gibi bilime ve araştırmaya meraklı bir çocuk olmadığını, "yolunu sonradan bulduğunu" ve böyle örneklere de ihtiyaç olduğunu belirtiyor.

Öğrencilikten Hocalığa "Hızlı Bir Geçiş"

Yüksek lisansını tamamladıktan sonra Boğaziçi Üniversitesindeki hocalarının yönlendirmesiyle doktora yapmak için yurt dışındaki üniversitelere başvurdu. Çevrim içi başvurunun olmadığı o günlerde, ailesinin bütçesinin de elverdiği ölçüde 5 üniversiteye başvuru belgelerini gönderdi. Beş ayrı zarfa gerekli tüm belgeleri, referans mektuplarını koydu, gerekli sınavlara girdi ve kabul edildiği üniversiteler arasından Carnegie Mellon Üniversitesini seçti. Bazı Boğaziçi Üniversitesi mezunlarının da bu üniversitede araştırma yapması kararında etkili oldu. Şu anda üzerinde çalıştığı araştırma konularının tohumları bu üniversitede atılsa da bu konuda ilk aldığı İleri Matematiksel Modelleme dersinin ve dersi veren daha sonra da kendisinin doktora tez danışmanı olan Prof. Dr. David Sholl'un payı büyüktü. Hem dersten hem de çok karmaşık problemleri bile basitleştirerek anlatabilen hocasından çok etkilendi. Ayrıca Prof. Dr. David Sholl'un çalıştığı malzeme bilimi ve moleküler modelleme konuları da Prof. Dr. Seda Keskin Avcı'nın ilgisini çok çekmişti. Çünkü kimya mühendisliği, malzeme bilimi ve matematik ile iç içeydi. Beraber 4-5 yıl çalışacağı doktora tez danışmanı seçiminin öneminin farkında olan Avcı, Sholl ile karakterlerinin de uyumlu olduğunu düşünerek kararını verdi.

Çalışmaya başladıkları ilk yılın sonunda Prof. Dr. David Sholl'a Georgia Teknoloji Enstitüsünden gelen teklif, Prof. Dr. Seda Keskin Avcı'yı yeni bir karar alma aşmasına getirdi. Tez hocasının kendisiyle beraber Georgia Teknoloji Enstitüsüne gitmesinin kariyerinde önemli rol oynayacağını, söylemesiyle Carnegie Mellon Üniversitesinde başladığı doktora programına Georgia Teknoloji Enstitüsünde devam etti. Tam da o günlerde bir konferansta daha önce bu enstitüde uzun yıllar çalışmış, kimya mühendisliği alanında önemli bir bilim insanı olan ve o sırada Koç Üniversitesinde görev yapan Prof. Dr. Yaman Arkun ile tanıştı ve bir süre sonra Koç Üniversitesinde bir seminer verdi. Bu seminerin ardından da kendisine doktorasını bitirdikten sonra Koç Üniversitesinde öğretim üyesi olması teklif edildi. Böylece Koç Üniversitesi ile ilk bağı kuruldu. 12 Aralık 2009'da doktora tez savunmasını veren Prof. Dr. Seda Keskin Avcı, 21 Aralık 2009'da doktora diplomasını aldı. 1 Ocak 2010'da da Koç Üniveristesinde halen sürdürmekte olduğu Kimya ve Biyoloji Mühendisliğinde öğretim üyeliği görevine başladı. Kendi deyimiyle bir hafta içinde öğrencilikten hocalığa "hızlı bir geçiş" yaptı. 2018 yılında profesör olan hocamız, alanındaki en genç kadın profesör ünvanının da sahibi.

Doktora teziyle Sigma Xi En İyi Doktora Tezi Ödülü ile Kimya ve Biyomoleküler Mühendisliği Okulu Üstün Doktora Tezi Ödülü'nü aldı.

Metal Organik Çerçeveli Yapılar ile Tanışma

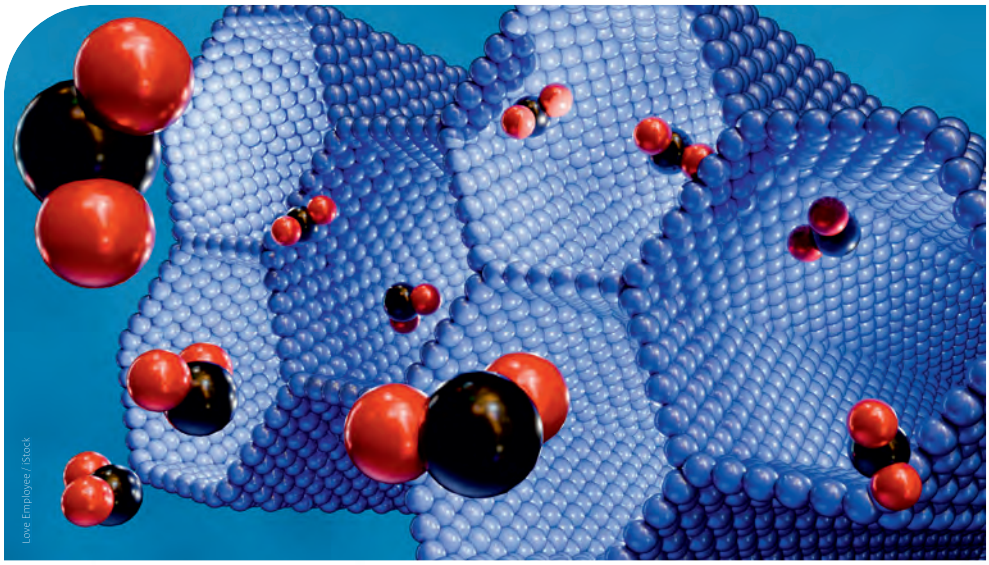
Doktora tez konusu belirleme aşamasında tez danışmanı Prof. Dr. David Sholl, o zamanlar henüz yeni yeni duyulmaya başlanan "Metal Organik Çerçeveli Yapılar" ya da "Metal Organik Kafesli Yapılar" (Metal Organic Framework, MOF) isimli bir malzeme ailesinden ve bunların atomik ve kristal yapısının modellenmesiyle ilgili literatürde herhangi bir bilgi olmadığından söz etti. Öğrencisinden yeni sentezlenmeye başlanmış bu malzeme ailesinden birkaç tanesini seçmesini, bunların membran modellemesini yapıp gaz karışımlarını birbirinden ayırmak için bu malzemeleri nasıl kullanabileceklerini araştırmasını istedi. Böylece tamamladığı "Atomik Olarak Ayrıntılı Simülasyonlar Kullanılarak Metal Organik Çerçeve Membranların Geliştirilmesinin Hızlandırılması" başlıklı tezinin de ilk adımını attı. Doktora yaptığı sırada MOF malzemelerinin 400-500 türü bilinirken doktorayı bitirdiğinde bu sayı binlere ulaştı ve konuyla ilgilenen pek çok araştırmacı, MOF sentezleyip yeni malzeme keşfetme yoluna girdi. Böyle bir gelişme, Prof. Dr. Seda Keskin Avcı'nın doktoradan sonra da araştırmalarına MOF'lar ile devam etme kararı almasını sağladı. Hem malzeme sayısının hem de bu malzemelerin uygulama alanının artması, daha önce sadece gaz ayırma uygulamasında kullandıkları malzemelerin su arıtmadan ilaç depolamaya kadar farklı uygulama alanlarını incelemeye, ve bu amaçla farklı yöntemler geliştirmeye yöneltti. O yüzden hocamız bu işlemleri daha hızlı yapabilecekleri bazı modelleme teknikleri geliştirdi ve yapay zekâ teknikleri de kullanmaya başladı.

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı, son 20 yılda neredeyse 1 milyondan fazla malzeme sentezlendiğini ya da bilgisayar ortamında tasarlandığını, üretilen her malzeme türünün de bir uygulaması olması, bir işe yaraması gerektiğini belirtiyor. Bu nedenle bu milyonlarca malzemenin onlarca farklı uygulamada nasıl performans göstereceğini laboratuvarda deneyini yapmadan bilgisayar ortamında tahmin etmek sürecin en önemli aşaması. Bu tahminlerin doğruluğu ve hassasiyeti yüksek olursa hocamız ve ekibi 1 milyon malzeme arasında "şu uygulama için şu 3 malzeme türü uygun olabilir" diyebiliyor. O zaman deneysel çalışanlar, kaynaklarını ve zamanlarını bu 3 malzemeye yönlendirmiş oluyor. Yani hocamız ve ekibi, kendi deyimiyle "samanlıkta iğne arıyor". Amaçları "iğne"yi bulmak için yapılabilecek araştırmaları hızlandırmak.

Teori, Veri Bilimi ve Deney Üçgeni

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı ve ekibi, araştırmalarında malzemenin keşfini ve malzemenin özelliklerini anlamayı hızlandırmak için yapay zekânın bir alt başlığı olan makine öğrenmesinden yararlanıyor. Seda hocamız, her ne kadar bilgisayarların hızı ve kapasiteleri sürekli gelişiyor olsa da milyonlarca malzemenin atomik düzeyde simülasyonunu yapmanın ne kadar zor olduğundan söz ediyor. Bu nedenle bir grup örnek malzemenin simülasyonlarını yapıp, öğrendiklerini makineye öğretip makinenin daha önce simülasyonu yapılmamış malzemeler için tahmin yapmasını istiyorlar. Buna da "molekül modelleme destekli makine öğrenmesi" diyorlar. Çalışmaların moleküler modellemeyle yani teoriyle veri biliminin birlikte kullanıldığı yaklaşımlara odaklandığını söyleyen Prof. Dr. Seda Keskin Avcı, teoriyle gerekli veriyi oluşturduklarını, makine öğrenmesiyle bu veriyi büyüttüklerini ve en sonunda o "iğneyi" bulduklarında deney aşamasına ulaştıklarını belirtiyor ve ekliyor: "O noktada deneylerde sadece bu malzemeler incelensin diyebiliyoruz. Böylece teori, veri bilimi ve deney üçgeni etrafında çok yararlı ve verimli bir çalışma modeli oluşturmayı hedefliyoruz."

MOF'lar her ne kadar yeni nesil malzeme olarak adlandırılsa da aslında bu ifadeyle kastedilen, malzemenin yeni sentezlenmesi değil, sentez sırasında örneğin kullanılan sıcaklık ya da çözücü gibi sentez parametreleri değiştirildiğinde farklı özellikte yeni malzemelerin elde edilmesi. Bu nedenle de MOF sentezinde uzman olan kişilerin bile hiç beklenmedik sonuçlar elde etmesi mümkün olabiliyor. Prof. Dr. Seda Keskin Avcı'nın şimdi doçent ya da profesör olan yetiştirdiği doktora öğrencileri de bu alanda çalışmaya devam ediyor. Bu nedenle hocamız, Türkiye'de bu alanda önemli bir emek gücüne ve bilgi birikimine ulaştıklarını düşünüyor.



Love Employee / iStock

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı'nın MOF'ların enerji ve biyomedikal uygulamaları üzerine 13.000'den fazla atıf alan 180'den fazla yayını bulunuyor. 2022 yılında Kimya Mühendisliği Araştırma ve Tasarım dergisi (ChERD) tarafından "Dünya Çapında Kimya Mühendisliğinde Seçkin Kadınlar"dan biri olarak seçildi. 2017'de EuroMOF Uluslararası Bilim Komitesine, 2018'de ilk Türk kadın mühendis olarak Küresel Genç Akademiye (GYA) ve 2023'te Bilim Akademisine seçildi. 2025 yılı itibariyle Royal Society of Chemistry Fellow ünvanını aldı.

Karbondioksidi Seven MOF'lar

Kendisine TÜBİTAK Bilim Ödülü'nü getiren MOF'ların enerji uygulamalarına yönelik araştırmalarında odaklandıkları konu karbondioksit yakalama. Dünyanın en önemli sorunlarından biri olan küresel ısınmaya çözüm bulmak için karbondioksit gazının endüstriyel tesislerin bacalarından atmosfere salınmadan yakalanması ya da doğal gaz kaynaklarının daha yüksek enerji verimliliğine sahip olması için doğal gazdan karbondioksidin ayrılması büyük önem taşıyor. Bu öneme istinaden de hâlihazırda dünyada karbondioksidi yakalayacak malzemeler tasarlamaya, geliştirmeye ve sentezlenmeye yönelik projeleri destekleyen fonlar bulunuyor. Prof. Dr. Seda Keskin Avcı ve ekibinin çalıştığı "karbondoksiti seven" yani gözeneklerinin içine hızlıca alan MOF malzemelerinin son 20 yılda potansiyelinin en yüksek olduğu konu da karbondioksit yakalama. Burada da cevabını bulmaya çalıştıkları soru "Hangi koşulda, hangi gaz karışımından karbondioksidi yakalamada, hangi MOF daha faydalı olur?".

Bir de hipotetik (varsayımsal) denilen yani henüz sentezlenmemiş olan ama bilgisayar ortamında sentezlenebileceği gösterilmiş olan malzemeler var. Onlar da hesaba katıldığında milyonlarca malzemeden oluşan bir dünya ortaya çıkıyor. MOF'lar; yüzey alanları, gözenek boyutları, yapılarındaki metal ve bağlayıcılar, gözeneklerin şekli gibi belli birkaç parametreyle tanımlanabiliyor. İlginç olan ise bazen birbirine çok benzeyen yapıların karbondioksit yakalama performansları birbirinden çok farklı olabiliyor. Ya da birbirinden çok farklı malzemeler aynı performansı gösterebiliyor. Bu nedenle de bu kadar

çeşitli olabilecek bir malzemenin aslında potansiyel birçok uygulaması olması ihtimali söz konusu. Prof. Dr. Seda Keskin Avcı ve ekibi de "gizli" dedikleri bu yapı-performans ilişkilerini çözmeye çalışıyor.

COSMOS (Computational Simulations of MOFs for Gas Separations) projesi ile 2017 yılında Avrupa Araştırma Konseyi (ERC) Başlangıç Hibesi ve STARLET (Atomistic Modelling and Machine Learning of Advanced Porous Materials for Energy, Environment, and Biomedical Applications) projesi ile 2023 yılında ERC Konsolidatör Hibesi almaya hak kazandı. 2017 yılında Türkiye'de yılında mühendislik alanında ERC Hibesi alan ilk kadın ve 2023 yılında proses mühendisliği alanında konsolidatör hibesi alan ilk araştırmacı oldu.

MOF'lar Ev Sahibi, Peki Konukları?

Çeşitli molekülleri yapılarında tutabilen MOF'lar gözeneklerine "konuk moleküller" almayı seviyor. Yani MOF'lar bir nevi ev sahipliği yapıyor. Seda Keskin Avcı ve ekibinin çalıştığı örnekte konuk, karbondioksit. Karbondioksidi MOF'un gözeneklerinin içine hapsediyorlar. Diğer yandan üzerine çalıştıkları önemli biyomedikal uygulamalar da var. Örneğin büyük ilaç molekülleri de MOF gözeneklerine hapsedilebiliyor. Bu konuda hem denek hayvanları üzerinde yapılmış hem de klinik seviyede birinci aşamadan ikinci aşamaya geçmiş bazı çalışmalar var. Yani MOF'ların ilaç taşıyıcısı olarak da kullanılmaları da söz konusu. Seda hocamız, MOF metal yapıda olduğu için ve her metal de insan vücuduyla uyumlu olmadığı için bu araştırmaların zamanla geliştirilmesi gerektiğini vurguluyor. Ama biyomedikal alanda da potansiyellerinin çok yüksek olduğunun altını çiziyor. MOF'ların başka bir uygulama alanı da suyun içindeki boya ya da metal gibi molekülleri yakalayarak su arıtmada kullanılabilmeleri. Yine son zamanlarda ABD'de ilk prototip deneyleri yapılan havadaki nemi MOF gözeneklerine hapsederek su elde edilmesi testi bunlardan biri. Bu aslında havadaki nemden içme suyu olmasa da kullanılabilir su elde etme gibi çok önemli bir potansiyeli olan bir yöntem.

Çevre, sağlık ve enerji alanlarında geniş uygulamalara sahip olabilecek MOF'ların büyük ölçekte sentezlenmesi, dayanıklılık ve toksikoloji testlerinden geçmesi ve ticarileşmesi gibi sorunları aşılırsa bu malzemeler, önümüzdeki 10-20 yıl içinde gerçek uygulamalarda görülebilecek.

Kimya ile Biyoloji El Ele

Ülkemizde Kimya ve Biyoloji Mühendisliği Bölümü sadece Koç Üniversitesinde var. Son yıllarda disiplinler arasındaki çizgilerin çok silikleştiğini düşünen hocamız, artık kimyayı biyolojiden ve matematikten ayırmanın çok zor olduğunu, disiplinler arası çalışmaların en önem kazandığı çağda olduğumuzu ve aslında kimya ve biyolojinin birbiriyle el ele olan iki ana bilim dalı olduğunu düşünüyor ve kimya mühendisliği ve biyoloji arasındaki yakınlığa örnek veriyor: "İçinden sıvı akan bir boruda, kimya mühendisliğinde o sıvının borunun içinde nasıl aktığı modellenir, biyolojide de bir damarın içinde kan akıyor. Kimya mühendisliğinde karbondioksidi oksijenden ve azottan ayıran filtreler kullanılıyor, akciğerler de aynı işi yapıyor. Kimya mühendisliğinin çözdüğü bir problem olan su arıtmaya benzer bir işlevi vücudumuzda böbrekler yapıyor. Dolayısıyla kimyasal ve biyolojik örnekler birbiriyle o kadar paralel ki biz derslerde genel kimya mühendisliği disiplinini anlatırken biyolojik örneklerle bunları çeşitlendirip kimyayla biyolojiyi birlikte bir disiplin olarak sunmaya çalışıyoruz."

Böyle bir eğitim, mezunlara da büyük avantaj sağlıyor. Kimya mühendislerinin çalışabileceği kozmetik, ilaç, gıda gibi tüm alanlarda biyoloji de var. Bu nedenle biyoloji bilgisine de sahip olan kimya mühendisleri yetiştirmek çok önemli.

İlk Teşekkür Öğrencilerine

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı'nın araştırma ekibini genç araştırmacılar oluşturuyor ve çalışmalarında öğrencilerinin katkılarının çok büyük olduğunu biliyor. Öğretim üyeliği kariyerinin başlangıcından beri verdiği tüm konferanslarda sunum yaparken alışılmışın aksine sunumunun ilk yansısında öğrencilerine, ekibine teşekkür ediyor ve şöyle diyor:

"Az sonra diğer yansılarda göstereceğim tüm sonuçları öğrencilerim üretti". Hocamız bunu sadece öğrencilerini motive etmek için değil, etik olduğunu düşündüğü için yapıyor. Öğrencilerinin genç yaşlarında onlarca başka iş varken bilimi seçmelerini, gece gündüz cevabını bilmedikleri, belki de hiç öğrenemeyecekleri soruların cevabını bulmak için emek vermelerini çok önemli bir adanmışlık olarak değerlendiriyor. Birlikte araştırıp birlikte öğrenmeye çalışıyorlar. Araştırmacı ekibi olmadan araştırma yapılamayacağını, kendisinin öğrencilerine sadece rehberlik ettiğini, bir noktadan sonra da zaten öğrencinin araştırdıkları konuya çok daha fazla hâkim olduğunu önemle vurguluyor.

"Herkes Var Gücüyle Çalışsın"

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı aynı zamanda Türkiye'den mühendislik alanında Küresel Genç Akademi (Global Young Academy-GYA) üyeliğine seçilen ilk kadın mühendis. Bu akademinin farklı ülkelerden kadınların yer aldığı bilimde kadın grubunda, bilim kadınlarının karşılaştırdığı temel zorluklar ve çözümleri ile ilgili çalışmalar ve yayınlar yapıyorlar. O toplantıya ilk kez 2019'da gittiğinde dünyanın farklı ülkelerinden gelen 12 bilim kadınının hepsinin aynı sorunu yaşadığını fark ettiğini söylüyor: "Kadın akademisyenin çocuk sahibi olduğunda akademik

kariyerin kesintiye uğraması, çocuğun büyümesiyle zorlukların artması ve bilim-aile dengesini sürdürmenin zorlukları." Prof. Dr. Seda Keskin Avcı, dünyanın her yerinde ve her meslekte kadınların en çok zorlandığı konunun işteyken evi, evdeyken işi düşünüp vicdan azabı çekmek olduğunu düşünüyor. Günümüzde TÜBİTAK da dâhil olmak üzere bilimsel araştırmaları destekleyen kurumlar, ödül ve proje başvurularında annelikten dolayı çalışmalarına ara veren bilim kadınlarına destek oluyor.

8 Mart Dünya Kadınlar Günü'ne gelince… Herkes gibi hocamız da kadınlarla ilgili başarı hikâyelerini duydukça çok gururlanıyor. Sadece başarılı kadınların değil tüm kadınların değerinin bilindiği, taleplerinin ve ihtiyaçlarının dikkate alındığı, haklarını elde ettiği bir dünya hayal ediyor ve ekliyor: "Bunun için herkesin var gücüyle çalışması gerekiyor. Kendi branşım olduğu için bilimle ilgilenen bütün kadınlara hem çalışmalarında başarılar diliyorum hem de önümüze çıkan engelleri tek tek geçerek hedefimize rahatça varabileceğimiz bir bilim dünyası hayal ediyorum".

TÜBİTAK Bilim Ödülü ve Diğer Ödülleri

2024 yılı TÜBİTAK Bilim Ödülü'ne layık görülen Prof. Dr. Seda Keskin Avcı, 2023 yılında Koç Üniversitesi Üstün Öğretim Ödülü, 2022 yılında Türkiye Gazeteciler Cemiyeti Sedat Simavi Fen Bilimleri Övgü Ödülü, 2022, 2023 ve 2024 yıllarında American Chemical Society I&EC Research Excellence in Review Ödülü, 2021 yılında ODTÜ Prof. Dr. Mustafa N. Parlar Vakfı Bilim Ödülü, 2021 yılında Koç Üniversitesi Araştırmada Üstün Başarılı Öğretim Üyesi Rektör Ödülü, 2017 yılında FABED Eser Tümen Üstün Başarı Ödülü, 2016 yılında ODTÜ Prof. Dr. Mustafa N. Dr. Mustafa N. Parlar Vakfı Araştırma Teşvik Ödülü, 2014 yılında Bilim Kahramanları Derneği Yılın Bilim İnsanı Ödülü, 2014 yılında Bilim Akademisi Genç Bilim İnsanları Ödülü (BAGEP), 2014 yılında Koç Üniversitesi Üstün Başarılı Öğretim Üyesi Ödülü, 2013 yılında Türkiye Bilimler Akademisi Seçkin Genç Bilim İnsanı Ödülü (GEBİP), 2013'te TÜBİTAK Teşvik Ödülü, 2011'de L'Oreal Türkiye Bilimde Genç Kadınlar Ödülü aldı.

Prof. Dr. Seda Keskin Avcı Gençlere Diyor ki!

Söyleşilerimizin vazgeçilmez bölümü, hocalarımızın gençlere seslenişi. Seda hocamız da gençlere olumsuzluklar karşısında yılmayıp daha iyisini hedeflemeleri gerektiğini söylüyor ve devam ediyor: "Örneğin LinkedIn'e baktığımda içinde bulunduğumuz dönemin gençler için çok zor olduğunu düşünüyorum. Çünkü sanki her şey hep mükemmel, çok kolay ve çok hızlı oluyormuş gibi arka arkaya hep başarı haberleri görüyorum. Oysa başarısızlıkları da konuşmak çok önemli. Sanki, herkes her başvurduğu projeyi ya da ödülü almış, her yayını yayınlanmış gibi. Öyle değil aslında. Gençler, küçük bir başarısızlığa düştüğünde umutsuzluğa kapılmasın. Başarılı olmak kadar başarısız olmanın da normal olduğunun bilinmesi, buradan elde edilen tecrübeyle daha iyisini hedeflemek en doğru yol. O yüzden gençlere en önemli tavsiyem, olumsuzluklarla karşılaştıklarında yılmayıp hatta daha iyisini hedefleyip yola devam etmeleri, sadece çok çalışmak değil çalışmaların karşılığını alamadıkları zamanda bile çalışmaya ısrarla devam etmeleri yönünde olacak".

Bu güzel söyleşimizin sonunda ***Bilim ve Teknik*** dergisi ekibi olarak Prof. Dr. Seda Keskin Avcı'yı başarılarından dolayı kutluyor, nicelerini diliyor ve bize vakit ayırdığı için çok teşekkür ediyoruz. ■

Bilim ve Teknik İçin Ne Dedi?

"Bilim ve Teknik dergisi, kızım okumayı öğrendikten sonra önüne koyduğum dergilerden biridir. Çünkü dergide göreceği bir fotoğraf bile çok ilgisini çekebilir. Benim açıkçası Bilim ve Teknik'te en sevdiğim şey tüm yazıların, bilim insanı olmasa bile bir kişinin yaptığı işten, yaşından, tecrübesinden bağımsız eline alıp okuduğunda ilgisini çekecek, basitleştirilmiş bir şekilde, 7'den 70'e herkese ulaşabilir bir dilde yazılmış olması. Her okuduğumda hep bunu düşünürüm. Buna halka ulaşmak denilirse, evet Bilim ve Teknik bunu çok iyi yapıyor ve her yaştan herkese ulaşıyor."

Aleksandr Lupin / Alamy

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol [*merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr*

Simler

Neden Her Yere Yapışır?

Çocukların sanat etkinliklerine yardımcı olan yetişkinler, simlerin ne kadar yapışkan ve başka yerlere yayılmaya meyilli bir materyal olduğunu ilk elden deneyimler. Yapıştıkları yerlerden temizlediklerini düşünseler bile saatler hatta günler sonra saçlarında, giysilerinde ve ev eşyalarında çok sayıda simle karşılaşabilirler. Simlerin bu özellikleri Van der Waals etkileşimleri, statik elektriklenme ve sürtünme kuvveti gibi fiziksel etkilerle açıklanabilir.

Simler, polietilen tereftalat adı verilen bir tür polimerin küçük ve ince tabakalar hâline getirilmesiyle elde edilir. Çeşitli boyutlarda üretilen sim tanelerinin üzerleri ince bir metal katmanla kaplanarak parlak olmaları sağlanır. Kimyasal yapıları ve küçük boyutları nedeniyle simler -yağlı, nemli ya da kuru- farklı özellikteki yüzeylere kolaylıkla tutunur.

Yüksüz atom ya da moleküller arasında mesafeye bağlı olarak ortaya çıkan zayıf itme ve çekme etkileşimleri Van der Waals kuvvetiyle açıklanır. Gekoların duvarda ya da tavanda rahatça gezinebilmesi, bazı yapışkan bantların yüzeylere sıkıca tutunması ve su moleküllerinin bazı maddelere doğru çekilmesi Van der Waals kuvvetleri sayesinde gerçekleşir.

Sim taneleri pürüzsüz, düz diskler gibi görünseler de yüzeylerinde mikro ölçekte girintiler ve çıkıntılar bulunur. Dolayısıyla üzerinde durdukları malzemenin molekülleriyle etkileşmek için yeterince geniş bir yüzey alanına sahiptirler. Sim tanelerini oluşturan moleküller elektriksel anlamda nötr olsalar da dipol özellikte olabilirler yani molekülün bir tarafı kısmi pozitif, diğer tarafı da kısmi negatif yüklenebilir. Su molekülleri de dipol yapıda olduğu için nemli insan cildine yaklaşan sim taneleri elektriksel etkileşim nedeniyle cilde doğru çekilir ve yapışır. Böylece belli açılardan bakıldığında farklı sim tanelerinin parladığı, ışıl ışıl bir cilde sahip olursunuz.

Sim taneleri Van der Waals kuvvetinin etkisiyle bir yüzeye tutunduğunda yüzeyle taneler arasında ayrıca statik sürtünme kuvveti oluşur. Bu, harekete karşı direnç anlamına gelen oldukça küçük bir kuvvettir. Ancak bu kuvvet, taneler çok hafif olduğundan temizlemek için gösterilen çabaya rağmen tanelerin bir bölümünün yüzeyde kalması için yeterlidir.

Sim tanelerini yapıştıkları yüzeyde tutan bir diğer etken statik elektriklenmedir. Taneler kumaş, deri ve kıl gibi görece kuru maddelere sürtünerek tutunduğunda yüzey ile aralarında elektron alışverişi gerçekleşir. Bunun sonucunda sim taneleri ve yüzey zıt yükle yüklendiklerinden aralarındaki elektrostatik çekim kuvvetinin etkisi ile bir arada tutunurlar. ■

Mamiglobs / Getty

Kaynaklar

britannica.com/science/van-der-Waals-forces
livescience.com/54751-why-does-glitter-stick-to-everything.html
mentalfloss.com/article/71034/15-shimmering-questions-about-glitter-answered

CareyHope / iStock

Parmakla Burnun Altına Bastırmak Hapşırmayı Durdurur mu?

Hapşırmak, üst solunum yolundaki tahriş edici maddelerden kurtulmak için gerekli bir refleks. Ancak bazı insanlar kütüphanede çalışmak, amfide ders dinlemek, üst düzey yöneticilerle toplantıya katılmak gibi sessiz olmaları gereken durumlarda dikkatleri üzerine çekmemek için bu refleksi durdurmak ya da ertelemek isteyebilir. Bunun için yaygın biçimde kullanılan yöntemlerden biri, bir parmağı burnun altına bastırmak. Yüzümüzdeki sinirleri tanımak, bu davranışın doğru biçimde uygulandığında hapşırığı nasıl durdurabildiğini ya da erteleyebildiğini anlamamıza yardımcı olabilir.

Hapşırık refleksi, burun ve boğazın iç yüzeyini kaplayan zarın alerjen, virüs, bakteri gibi madde ya da mikroorganizmalarca tahriş edilmesiyle tetiklenir. Tahriş sonucunda alın, burun, çene bölgeleri boyunca uzanan ve çok sayıda dallanmaya sahip olan trigeminal sinir uyarılır. Yüzümüzdeki ana sinirlerden biri olan trigeminal sinirin burun bölgesine uzanan bölümüneyse maksiller sinir denir. Bu sinirden beyne yeterli miktarda sinyal iletildiğinde hapşırma refleksi tetiklenir. Hapşırık sırasındaki güçlü ve yüksek basınçlı nefes verme davranışı, tahriş edici etkenleri vücut dışına fırlatır.

Hapşırma refleksinin tetiklenmek üzere olduğu hissedildiğinde üst dudağın hemen üstüne, burun kıvrımının başladığı yere parmakla bastırmak, beyne farklı sinyaller gönderilmesine neden olur. Çünkü maksiller sinir, yüzün bu bölümüne kadar uzanır. Hapşırmayı tetikleyen tahrişten ve uygulanan basınçtan kaynaklanan uyarıların aynı sinir yoluyla beyne iletilmesi, bir sinyal karmaşası oluşturarak hapşırma tepkisini kesintiye uğratabilir. Bu durum, bir elektrik devresinde kısa devre oluşturarak akımın ilerlediği yolun farklılaştırılmasına benzetilebilir.

Hapşırığı başlatma potansiyeli olan sinyalleri engellemek için başvurulan, dili damağa ya da dişlerin arkasına doğru bastırmak, burna dokunmak ve kulak çekmek gibi farklı yöntemler de vardır. Ancak tüm bu yöntemlerin işe yaradığını gösteren bilimsel bir kanıt bulunmuyor. Bu yöntemlerin çalışma mekanizması bir uzvumuzu sert bir yere çarptığımızda acıyı dindirmek için çarpma bölgesini ovalamakla da benzerlik gösterir. İçgüdüsel olarak acıyan bölgeyi ovalamak, acı hissini tetikleyen sinyallerin yanı sıra duyusal sinyaller üreterek beynimizin bu uyaranları değerlendirme sürecini etkiler ve ağrı algısının azaltılmasına yardımcı olur.

Hapşırık refleksini ağzı ve burnu kapatarak engellemeye çalışmaksa uzmanlar tarafından pek de tavsiye edilmeyen bir davranış. Çünkü bu hava çıkışları kapatıldığında solunum yollarında oluşan basınç, normal bir hapşırıkta olanın 5 ila 20 katına çıkar. Bu da vücudun içine yönlendirilen yüksek basıncın bazı organ ya da dokulara zarar vermesine yol açabilir. ■

Kaynaklar
unmc.edu/newsroom/2013/10/03/the-science-behind-sneezing
uow.edu.au/media/2023/hello-hay-fever–why-pressing-under-your-nose-could-stop-a-sneeze-but-why-youshouldnt.php
upstate.edu/whatsup/2017/0407-how-to-stifle-a-sneeze.php

Çevre Dostu
Elektronik Tekstiller

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Giyilebilir elektronik tekstiller (e-tekstiller), kumaşın içine yerleştirilen sensör, pil veya ışık kaynağı gibi elektrikli bileşenler içerir ve moda sektöründe, profesyonel sporcuların giysilerinde ya da sağlık alanında insanların yaşamsal belirtilerini takip eden giysilerde kullanılabilir. Bu tür tekstil ürünlerinin dayanıklı, güvenli ve rahat olmasının yanı sıra tekstil atıklarının çevresel bir sorun olduğu günümüzde biyolojik olarak parçalanabilmeleri de büyük önem taşıyor.

Tasha Vector / iStock

Dünya nüfusunun hızla yaşlanması ve 2050 yılına kadar nüfusun neredeyse %22'sinin 60 yaşın üzerinde olacağı öngörüsü, küresel sağlık sistemini gelecekte önemli zorlukların beklediği anlamına geliyor. Yaşa bağlı olarak sağlık sorunlarının ve sağlık hizmetlerine yönelik talebin artması, yaşlı bireylerin sağlığını ve yaşam kalitesini yönetmek için etkili stratejiler gerektiriyor. Şu an kliniklerde ve hastanelerde, başucu monitörlerine bağlı bir dizi sensör ve kablo ile hastaların yaşamsal verileri takip ediliyor. Neyse ki e-tekstil teknolojilerindeki son gelişmeler, kolayca kurulup kullanılabilen ve birden fazla sinyalin eş zamanlı elde edilmesini sağlayan esnek, giyilebilir ve çok işlevli sensör sınıfının geliştirilmesine olanak sağlıyor. Son yıllarda çeşitli sinyalleri tek bir cihazla toplayabilen ve depolayabilen aynı zamanda farklı uyaranları tanımlama ve ayırt etme yeteneğine sahip çok işlevli giyilebilir e-tekstiller, özellikle kişiselleştirilmiş sağlık uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Ancak giyilebilir e-tekstiller üretilirken elektronik bileşenlerin geleneksel tekstillere entegre edilmesi, bu tür elektronik atıkların (e-atık) kullanım ömrü sonunda geri dönüşümünü karmaşık hâle getiriyor.

Modern uygarlığın önemli bir parçası olan tekstil endüstrisi, petrol endüstrisinden sonra çevreyi en çok kirleten ikinci sektör olarak kabul ediliyor ve yılda yaklaşık 92 milyon ton tekstil atığı üretiliyor. Tekstil ürünlerinin neredeyse %95'i tamamen geri dönüştürülebilir olmasına rağmen yaklaşık %85'i çöp toplama alanlarına gönderiliyor.

E-atıklar metal, cam ve plastik gibi çeşitli malzemelerden oluşuyor ve her birinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklı olması nedeniyle özel geri dönüşüm yöntemleri gerektiriyor. Bu malzemelerin bileşiminde değerli elementler, ağır metaller ve halojenli organik bileşikler gibi insan sağlığı ve çevre için risk oluşturan tehlikeli maddeler bulunuyor. Bu da e-tekstil atıklarının geri dönüştürülmesindeki zorlukların daha da büyümesine neden oluyor. Örneğin değerli elementler, farklı özellikteki tekstil atıklarıyla iç içe geçmiş durumda bulunuyor ve katı atık olarak bertaraf ediliyor. Avrupa Birliği tarafından oluşturulan "Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipman Yönergesi" (The Waste Electrical and Electronic Equipment Directive, WEEE Directive), bu yeni atık türünün geri dönüşümünü düzenlemekte yetersiz kalıyor. Bu nedenle çevre dostu malzemeler kullanılarak sürdürülebilir üretim süreçleriyle üretilen, herhangi bir olumsuz çevresel etkiye neden olmaksızın atık sahasında ayrıştırılabilen ve katma değerli ürünlere geri dönüştürülebilen yeni nesil akıllı giyilebilir e-tekstillere ihtiyaç duyuluyor.

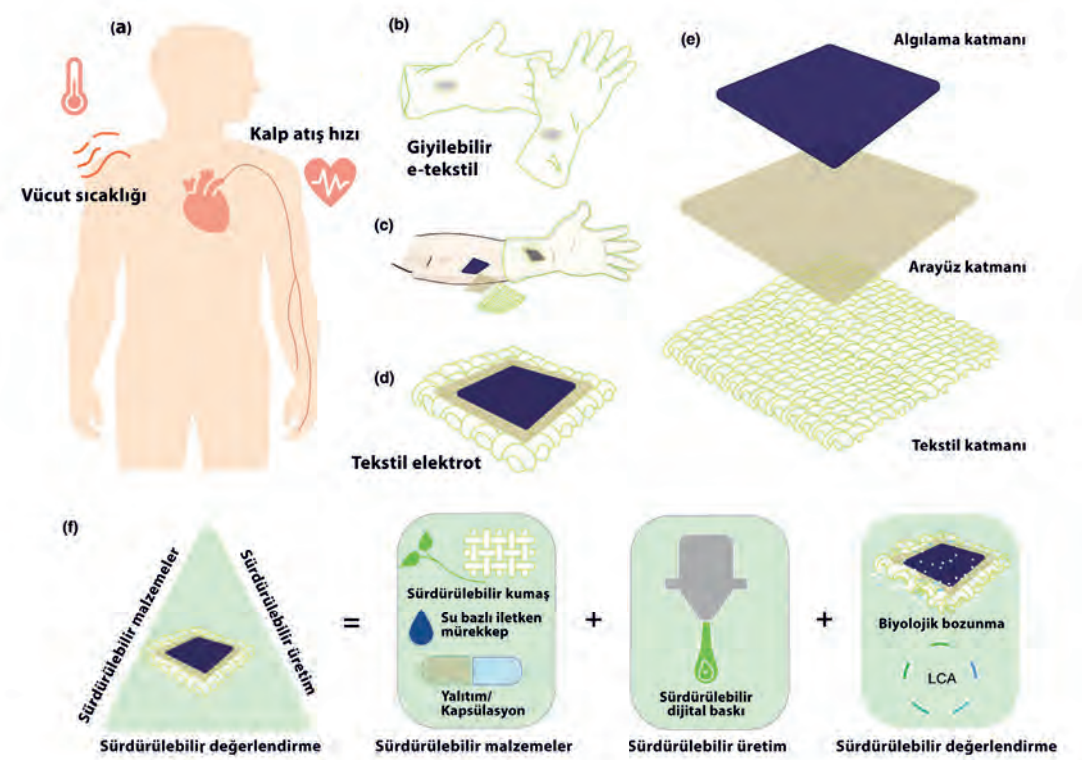
Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipman Yönergesi (WEEE), atık elektrikli ve elektronik ekipmanlarla ilgili 2012/19/EU sayılı bir Avrupa Topluluğu Yönergesidir.

Bu ihtiyacı gidermeye yönelik çalışmalar yapan Southampton Üniversitesi ve Bristol, Batı İngiltere Üniversitesi (UWE) liderliğindeki bir araştırma ekibi, giyilebilir e-tekstillerin hem sürdürülebilir hem de biyolojik olarak parçalanabilir olabileceğini gösterdi. Çalışmayı yöneten Southampton Üniversitesi Winchester Sanat Okulundan Profesör Nazmul Karim, elektrikli bileşenlerin geleneksel tekstillere entegre edilmesinin, malzemenin geri dönüşümünü zorlaştırdığını çünkü genellikle gümüş gibi biyolojik olarak kolay bozunmayan metaller içerdiğini belirtiyor. Sürdürülebilir malzeme seçimi ve üretim yöntemine yönelik yeni nesil çevre dostu yaklaşımlarının kumaşın atıldığında ayrışmasını sağlayarak geri dönüşüm sorununun üstesinden geldiğini düşünüyor. Exeter,

Cambridge, Leeds ve Bath üniversitelerinin de dâhil olduğu, "Akıllı, Giyilebilir ve Çevre Dostu Elektronik Tekstiller" kısaca "SWEET" olarak adlandırılan çalışma, çevre dostu e-tekstil üretimi için mürekkep püskürtme ile baskı yönteminin kullanıldığı yeni bir yaklaşım sunuyor. SWEET, vücut sıcaklığı ve kalp atış hızı dâhil olmak üzere hayati belirtilerin sürekli ve gerçek zamanlı olarak izlenmesi için yeni nesil e-tekstillerin üretilmesine yönelik ilk sürdürülebilir yaklaşım olarak değerlendiriliyor.

Energy and Environmental Materials dergisinde yayımlanan makalede yeni geliştirilen e-tekstil tasarımının algılama katmanı, sensörlerle kumaş arasındaki bir arayüz katmanı ve tabanda bir kumaş tabakası olmak üzere üç katmandan oluştuğunu belirtiyor. Bu yöntemde kumaş katmanı biyolojik olarak parçalanabilir, yenilenebilir, yumuşak ve konforlu bir tekstil malzeme olan Tencel'den (odun hamuru selülozundan yapılmış bir kumaş markası) üretiliyor. Elektronik bileşenlerin üretiminde ise aktif elektronik olarak grafen, biyoelektronik malzeme olarak ise poli (3,4-etilendioksitiyofen) polistiren sülfonat (PEDOT.PSS) kullanılıyor.

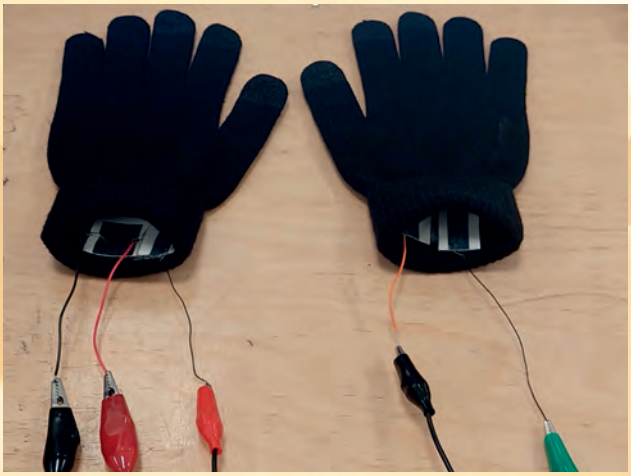
Bu elektronik malzemeler mürekkep püskürtmeli baskı yöntemi ile kumaşa entegre edildi. Baskı sürecinde doğrudan (maskesiz) desenleme yöntemi kullanıldı. İletken devreleri, sensörleri veya başka işlevsel katmanları bir yüzeye yerleştirmek için kullanılan bu yöntem ile mikro ve nano ölçekte desenleme yapılabiliyor. Yarı iletken ve mikro sistem teknolojilerinde de kullanılan yöntem yüksek çözünürlük, minimum malzeme israfı, çeşitli aktif malzemelerin kullanımına imkân vermesi ve alt tabakalarla uyumluluk gibi avantajlar sunuyor.



a) İki önemli yaşamsal belirti: Vücut sıcaklığı ve kalp atış hızı. b) Eldiven olarak giyilebilen e-tekstiller. c) Giyilebilir tekstil elektrotunun cilt yüzeyinde temas ettiği konum d) Tekstil elektrotu e) Tekstil elektrotlarının yapısı. f) Sürdürülebilir malzemeler, sürdürülebilir üretim ve sürdürülebilirlik değerlendirmesi dâhil olmak üzere giyilebilir e-tekstiller için sürdürülebilir tasarım yaklaşımı

E-tekstillerin çevresel etkilerini anlamak, ölçmek ve azaltmak için biyolojik bozunabilirlik ve yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) testleri ile sürdürülebilirlik analizlerinin yapılması gerekiyor.

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA)
Yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA), bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini araştırmak ve ölçmek için kullanılır.



Algılama testi için e-tekstil örnekleri ve elektrik devre bağlantıları yapılmış olan eldivenler.

Araştırmacılar, beş gönüllü katılımcı ile insan fizyolojisinin sürekli izlenmesi için geliştirdikleri e-tekstil örneklerini test etti. Verileri izlemek için kullanılan ekipmanına bağlı olan kumaş parçaları, katılımcılar tarafından giyilecek eldivenlere takıldı. Sonuçlar, malzemenin hem kalp atış hızını hem de vücut sıcaklığını etkili ve güvenilir bir şekilde ölçebildiğini doğruladı. Exeter Üniversitesinde sürdürülebilir malzemeler konusunda çalışan ve makalenin ortak yazarlarından biri olan Doç. Dr. Shaila Afroj, çevre dostu malzemelerle sağlık verilerinin takip edildiği güvenilir bir sistem geliştirmenin önemli bir kilometre taşı olduğunu belirtiyor.

Proje ekibi daha sonra e-tekstillerin biyolojik olarak parçalanabilir özelliklerini ölçmek için toprağa gömdü. Dört ay sonra kumaş, kütlesinin %48'ini ve mukavemetinin %98'ini kaybetmişti. Bu veriler

Dört aylık ayrışmadan sonra farklı e-tekstil katmanları

nispeten hızlı ve etkili bir ayrışma sürecinin gerçekleştiğini gösteriyor. Ayrıca yaşam döngüsü değerlendirmesi, grafen bazlı elektrotların çevre üzerindeki etkisinin standart elektrotlarınkinin 40'ta biri kadar olduğunu ortaya koydu.

E-tekstillerin üretiminde daha sürdürülebilir bir yaklaşım sunan mürekkep püskürtmeli baskı süreci, geleneksel baskıya kıyasla neredeyse hiç malzeme israfı olmadan daha az su ve enerji kullanarak ihtiyaç duyulan sayıda fonksiyonel malzemeyi tekstillere basmayı mümkün kılıyor.

Araştırmacılar, SWEET'ten yapılmış giysilerin sağlık sektöründe özellikle de dünya çapında 640 milyon insanın muzdarip olduğu kalple ilgili hastalıkların erken teşhisinde kullanılabileceğini umuyor. Prof. Dr. Karim, atıklardan kaynaklanan çevresel kirliliğin arttığı bir dönemde çalışmalarının, e-tekstillerin biyolojik bozunması alanındaki araştırma eksikliğini gidermeye yardımcı olduğunu düşünüyor. Özellikle de sağlık alanında giderek daha önemli hâle gelecek olan bu malzemelerin hem üretim hem de bertaraf edilme süreçlerinin nasıl daha çevre dostu hâle getirilebileceğine yönelik çözümler geliştirmenin çok önemli olduğunun altını çiziyor. ■

Kaynaklar

https://www.sciencedaily.com/releases/2025/01/250102162522.htm
https://www.southampton.ac.uk/news/2025/01/environmentally-friendly-etextiles-technology.page
https://doi.org/10.1002/eem2.12854

En Büyük Buz Dağı A23a, Atlantik Okyanusu'ndaki İlerleyişini Sürdürüyor

İlay Çelik Sezer | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

2025'in şubat ayının başlarında dünyanın mevcut en büyük buz dağı olan A23a'dan büyük bir parçanın kopması gözleri bir kez daha bu devasa yassı buz kütlesine çevirdi. Güney Okyanusu'nda belirli bir konumda takılıp kalmasına neden olan girdap akıntısından 2024'ün aralık ayında kurtulup kuzeye doğru ilerlemeye başladığından bu yana seyri takip edilen A23a'dan kopan bu son parça, buzdağının kuzeye ilerledikçe parçalanmaya başlayacağı öngörüsünü doğrular nitelikte. Güney Georgia Adası'na doğru ilerlemekte olan buz dağının adaya çarpması hâlinde penguenlerin ve fokların beslenme alanlarının zarar görmesinden endişe ediliyor.

Gabriel Altay

A23a aslında Antarktika'daki Filchner Buzul Sahanlığı'ndan 1986'da kopan A23 adlı bir buz dağının üç parçasından biri. A23'ün diğer iki parçası kıtadan uzağa doğru sürüklenip sonunda eridi. Ancak A23a, 30 yıldan uzun bir süre boyunca Güney Okyanusu'ndaki Weddel Denizi'nde sıkışıp kaldı. Sonra 2020'de serbest kaldı ve günde yaklaşık 4,8 km'lik bir hızla kuzeye doğru ilerlemeye başladı. Bilim insanları, A23a'nın sürüklenerek Antarktika kıtasıyla Joinville Takımadaları arasında bulunan, ekoloji uzmanlarının "buz dağı koridoru" adını verdiği bölgeden geçip ilerlemesini ve sonra da erimesini bekliyordu. Ancak A23a bu sefer de 2024'ün nisan ayında Güney Okyanusu'ndaki bir girdabın akıntısına kapılıp belirli bir alanda dönüp durmaya başladı. Nihayet 2024'ün aralık ayında tekrar serbest kalan A23a, Güney Atlantik'teki Güney Georgia Adası'na doğru ilerlemeye başladı.

Bu ücra ada, dört farklı penguen türüne ait çok sayıda koloninin yanı sıra kürklü foklar ve deniz filleri gibi çeşitli canlı türlerine ev sahipliği yapıyor. Bilim insanları yine buz dağının Güney Georgia'ya ulaşamadan parçalanıp eriyeceğini düşünse de 24 Ocak 2025'te alınan uydu görüntüleri, buz dağının bütün hâlde olduğunu gösteriyordu. Ancak 2025'in şubat ayı başında A23a'dan büyük bir parçanın koptuğu tespit edildi. Bu da yıllara meydan okuyan buz dağının parçalanmaya başlamış olabileceğini düşündürdü.

Dünyanın mevcut en büyük buz dağı konumundaki A23a, kuzeye doğru ilerledikçe eriyor ve 400 metreyi bulan yükseklikteki falez görünümlü kenarları giderek zayıflıyor. 2025'in ocak ayı sonundaki yani büyük bir parçasını kaybetmeden önceki ölçümlere göre yaklaşık 3.500 kilometrekarelik, örneğin Kocaeli'nin yüz ölçümünden biraz daha geniş bir alanı kaplıyordu.

2004 yılında, Atlantik Okyanusu'ndaki Güney Georgia Adası'na A38 adlı daha küçük bir buz dağının çarpması, çok sayıda penguen ve fok yavrusunun besine erişim güzergâhlarını bloke ederek açlıktan ölmesine neden olmuştu.

Buz dağları, milyonlarca yıldır buzullardaki doğal süreçlere bağlı olarak oluşan yüzer buz kütleleridir. Ancak küresel ısınmaya bağlı olarak buzul sahanlıklarından daha fazla buz kütlesinin kopması aslında beklenen bir sonuç. 2024 yılının sonunda yayımlanan bir araştırmada, Antarktika'daki buzul sahanlıklarından dev buz dağı kopuşu vakaları üzerinde istatistiksel analizler yapıldı. Araştırmada dev buz dağı kopuşları ile küresel iklim değişimi arasında bir ilişki bulunamazken sonuçlar, buzul sahanlıklarında gerçekleşen daha küçük ölçekli kopuşların sayısındaki artışın Antarktika'da küresel iklim değişimine bağlı buzul kaybının ana kaynağı olduğuna işaret ediyordu.

Gezegenimizdeki kalıcı buz örtülerinin erimeye başlaması, küresel iklim değişiminin en ciddi etkilerinden biri olarak kabul ediliyor. Çünkü kalıcı buz örtüleri küresel iklimi düzenleyen başlıca sistemlerden birini oluşturuyor ve bunlardaki erimenin belirli bir oranın üstüne çıkması, küresel iklimde çok daha hızlı değişimleri tetikleme tehlikesini barındırıyor.

Atlantik Okyanusu'ndaki ilerleyişini sürdüren A23a'nın ya da eğer parçalanırsa ortaya çıkan parçaların Güney Georgia Adası'na çarpma ihtimali, adada yaşayan canlılara 2004 yılındakine benzer şekilde zarar gelmesi endişesini de beraberinde getiriyor. Belki de sizler bu satırları okurken A23a'nın akıbeti ve adaya zarar verip vermeyeceği belli olacak. Gelişmeleri takip etmeye ve dergimiz aracılığı ile sizlere duyurmaya devam edeceğiz. ■

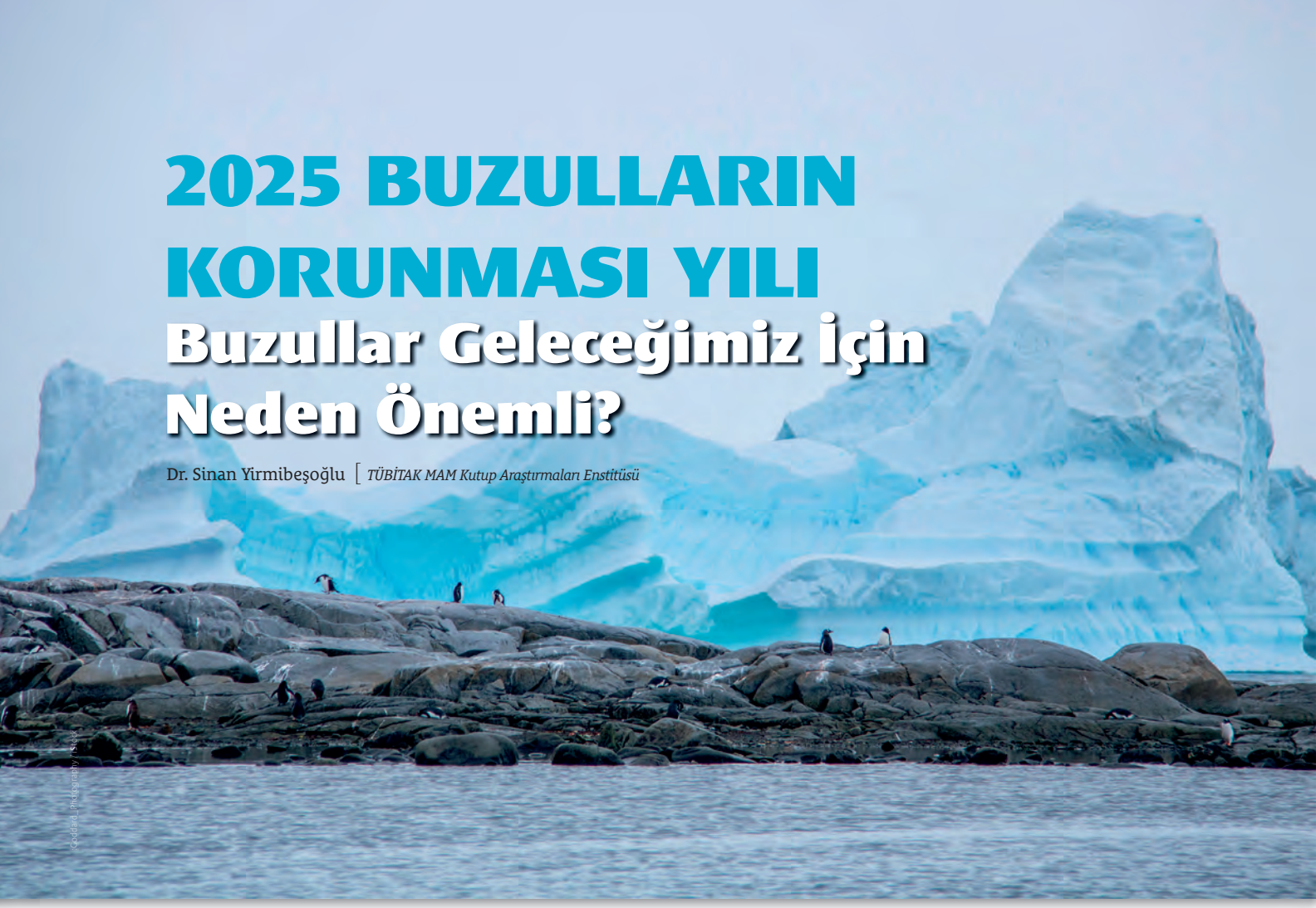
Kaynaklar

https://www.sciencealert.com/worlds-largest-iceberg-breaking-up-as-enormous-chunk-falls-off
https://www.bbc.com/news/articles/cd64vvg4z6go
https://eos.org/research-spotlights/massive-antarctic-icebergs-may-calve-at-random#:~:text=Because%20climate%20warmed%20over%20the,time%2C%20other%20work%20has%20found.

2025 BUZULLARIN KORUNMASI YILI

Buzullar Geleceğimiz İçin Neden Önemli?

Dr. Sinan Yirmibeşoğlu [*TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü*

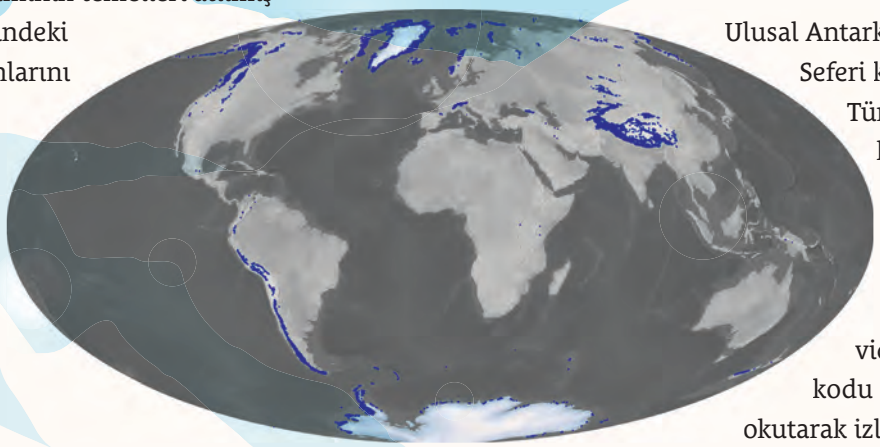


Birleşmiş Milletler, küresel iklim değişikliğinden çok fazla etkilenen çevresel unsurlardan biri olan buzullara dikkat çekmek, bu konuda farkındalık oluşturmak, uluslararası iş birliğini ve eylem planlarını teşvik etmek amacıyla 2025 yılını Uluslararası Buzulların Korunması Yılı olarak ilan etti. Bu kapsamda, başta Antarktika olmak üzere Grönland, Himalayalar, Alpler, And Dağları ve dünyanın diğer bölgelerinde bulunan küresel iklim için kritik öneme sahip buzul rezervlerinde gerçekleştirilecek bilimsel çalışmaların desteklenmesi ve iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik hazırlanan eylem planlarının bir an önce hayata geçirilmesi hedefleniyor.

Buzul, kar kütlesinin yıllar hatta yüz yıllar boyunca birikmesi ve sıkışması sonucu oluşan, yoğun ve kalıcı yani yaz kış erimeyen buz kütlesi olarak tanımlanabilir. Dünya üzerinde belirli bölgeler örneğin kutuplar ve yüksek dağların tepeleri buzullarla kaplıdır. Buzul oluşabilecek bölgenin deniz seviyesinden yüksekliği, enlemin artmasıyla azalır. Örneğin Ekvator (0° enlem) yakınlarında buzullara rastlamak için Ruwenzori Sıradağları'nın 4.400 m yükseklerine, yaklaşık 45° enlemde bulunan Alpler'de 2.500 m'ye, yaklaşık 60° enlemdeki Norveç'te 1.500 m'ye çıkmak gerekir. Kutuplarda ise buzullara deniz seviyesinden itibaren rastlanır.

Dünyadaki en eski döneme ait buzulların Antarktika kıtasında görüldüğü, Grönland'ın ise Kuzey Kutbu'ndaki en geniş buzul örtüsüne sahip bölge olduğu bilinir. Bunun yanı sıra Orta Avrupa'daki Alpler, Güney Amerika'daki And Dağları ve Güney Asya'daki Himalayalar önemli karasal buzul alanlarıdır.

İklim ve ekosistem üzerinde düzenleyici etkisi olan buzullar, binlerce yıldır Dünya üzerinde canlılar için yaşanabilir bir ortamın oluşmasına katkı sağlar. Buzulların hareketi, yaşam üzerindeki rolü ve nasıl biriktiğine yönelik ilk tartışma, M.Ö. 300'lü yıllarda Aristoteles tarafından yapılmıştı. Katı olmalarına rağmen buzulların bir akışkan gibi hareket ettiğini bilimsel olarak kanıtlayan ilk bilim insanı olan Jean Louis Rodolphe Agassiz, 1830'lu yıllarda, geçmişte buzulların Dünya üzerinde geniş alanları kapladığı bir Buzul Çağı'nın yaşandığı teorisini ortaya koydu. Böylece buzul biliminin temelleri atılmış oldu. Dünya üzerindeki buzulların konumlarını ve özelliklerini kapsayan ilk küresel katalog ise Robert Simmon tarafından 2013 yılında Randolph Buzul Envanteri'ndeki veriler kullanılarak oluşturuldu.



2013'te ilk kez oluşturulan Dünya Buzul Haritası'nda buzullar koyu mavi, buz örtüleri açık mavi-beyaz, okyanuslar gri, kıtalar ise açık gri ile renklendirilmiştir.

Buzullar ve buz sahanlıkları (okyanuslara sürüklenen buzulların okyanus yüzeyinde oluşturduğu uzantılar) eridiğinde ya da buz sahanlıklarından kopmalar olduğunda denizlerde ve okyanuslarda buz dağları oluşur. Buz dağları deniz suyu sıcaklığındaki artışın veya küresel ısınmanın etkisiyle eridiğinde, tatlı su deniz suyuna karışarak deniz suyunun tuzluluk derecesini düşürür.

Buz dağlarının erimesi sonucu bölgedeki deniz ekosisteminde değişimler görülür ve deniz seviyeleri yükselir. Dünya'da yaşanan son buzul çağından itibaren deniz seviyeleri önemli ölçüde yükseldi ve günümüzde de yükselmeye devam ediyor. Örneğin Son Buzul Çağı'nın büyük kısmında bir tatlı su gölü olan Karadeniz, buzulların erimesi bağlı olarak deniz seviyesinin yükselmesi sonucu bir iç deniz hâline dönüşmüştü.

Buz dağlarının şekilleri birbirinden farklı olabilir. Uluslararası Meteoroloji Örgütü'nün buzulları şekillerine göre sınıflandıran bir sistemi bulunur. Buzullar farklı renklerde de görülebilir. Mavi ve beyazın farklı tonlarında olabilen buzulların renginin mavi görünmesi için kütlesinin yüzlerce yıl boyunca sıkışması gerekir.

Ulusal Antarktika Bilim Seferi kapsamında Türkiye'den kutuplara giden araştırmacılarımızın, buz dağı çeşitlerini açıkladığı videoyu kare kodu akıllı cihazınıza okutarak izleyebilirsiniz.

2023 yılında Antarktika'da çekilen fotoğrafta sivri tepeli buz dağı görülüyor.

2023 yılında Antarktika'da çekilen fotoğrafta farklı renk tonlarındaki buzullar görülüyor.

Okyanuslardan sonra dünya üzerindeki ikinci büyük su kaynağı olan buzullar aynı zamanda yeryüzündeki en büyük tatlı su deposudur. Dünyadaki tatlı su kaynaklarının %70'i buzullarda donmuş hâlde bulunur. Antarktika'daki buzullar dünya genelindeki tatlı suyun yaklaşık %60'ına ev sahipliği yapar. Diğer bölgelerindeki buzullar ise tatlı su kaynaklarının küçük bir kısmını oluştursa da insanların yerel ölçekte tatlı su ihtiyacını karşılamada kritik bir rol oynar. Fakat ülkemizdekiler de dâhil olmak üzere buzullar, küresel ortalama sıcaklıktaki artışa bağlı olarak hızla yok oluyor. Bu durum da alternatif tatlı su kaynağı arayışlarında son çare olarak Antarktika'yı ön plana çıkarıyor.

Ayrıca UNESCO 2022 yılında "Dünya Mirası Buzullar: İklim Değişikliğinin Nöbetçileri" ismi ile önemli bir rapor yayınladı. Raporda bulunan kritik öneme sahip maddeler dikkat çekiyor:

• Küresel ısınmadaki artışın Dünya'nın ortalama sıcaklığında 1,5 °C artış ile sınırlandırılması durumunda UNESCO Dünya Mirası Listesi'ndeki alanların üçte ikisindeki buzulların erime tehdidinden korunabileceği düşünülüyor.
• Araştırmacılar, uydu verilerini kullanarak buzullarda gelecekte meydana gelebilecek değişimleri tahmin etmeye yönelik çalışmalarına devam ediyor.
• 12 Kasım 1972'de kabul edilen ve Türkiye'nin 1983 yılında taraf olduğu, UNESCO Dünya Kültürel ve Doğal Mirasın Korunmasına Dair Sözleşme'de buzulların korunmasına yönelik maddeler de yer alıyor. Bu kapsamda dünyanın en önemli buzulları koruma altında.

Raporda ayrıca buzulların erimesine ilişkin bugüne kadar yapılan diğer bilimsel araştırmaların sonuçlarına da yer veriliyor:

• Birçok yüksek dağlık bölgedeki buzullar hızla eriyor.
• Donmuş hâlde bulunan toprakların giderek çözülmesi nedeniyle toprağın kararlılığı ve dayanıklılığı değişiyor. Bu durumda özellikle donmuş

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO), kurulduğu 1945 yılından beri eğitim, bilim, kültür ve iletişim alanlarında uluslararası iş birliğini teşvik ederek sürdürülebilir kalkınmayı ve dünya barışını desteklemeyi amaçlayan önde gelen kuruluşlardan biridir.

UNESCO, dünyanın geleceğini etkileyen önemli olaylar konusunda farkındalık oluşturmak amacıyla belirli yılları tematik yıllar olarak ilan eder. Bu yıllara verilen isimler bilim, eğitim, kültür veya sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda küresel ihtiyaçlara yönelik olarak oluşturulur.

UNESCO'nun 14 Aralık 2022 tarihindeki genel kurulunda 2025 yılı Uluslararası Buzulların Korunması Yılı olarak ilan edildi. Alınan bu kararda buzulların su döngüsünde kritik rol aldığı, buzullardaki hızlı erimenin ise iklim, çevre, biyoçeşitlilik ve insan yaşamı üzerinde ciddi etkileri olduğu vurgulandı. Ayrıca Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 1,5 °C Küresel Isınma ve Değişen İklimde Okyanus ve Kriyosfer başlıklı özel raporlarında yer alan bulguların endişeyle takip edildiği belirtilerek Paris Anlaşması'na taraf olan tüm ülkeler, bu anlaşmayı tam olarak uygulamaya davet edildi. Ayrıca "2025-2034 Kriyosfer (Buz Küre) Bilimleri İçin Eylem On Yılı" kapsamında ise tematik konularda bilimsel araştırmaların ve farkındalığın arttırılması amaçlanıyor.

Aynı toplantıda her yıl 21 Mart'ın Dünya Buzullar Günü (World Day of Glaciers) olarak kutlanması da kararlaştırıldı. 2025 yılında buzul temasında farkındalık oluşturmak amacıyla ayrıca 22 Mart Dünya Su Günü'nde, 8 Haziran Dünya Okyanus Günü'nde ve 1 Aralık Antarktika Günü'nde de etkinlikler düzenlenebilir.

topraklar üzerindeki yerleşim yerleri risk altına giriyor.
• Buzulların aşındırması sonucu ortaya çıkan havzalarda suların birikmesi ile oluşan buzul göllerinin sayısı artıyor.
• Çığ ve heyelan oluşma potansiyeli artıyor.
• Uzun yıllar boyunca gerçekleştirilen gözlemlere dayalı olarak doğa olaylarının gerçekleşme zamanlarına yönelik yapılan tahminlerde sapmalar yaşanıyor.
• Buzul ile beslenen nehir havzalarında akış miktarları değişiyor.
• Buzulların yer aldığı yüksek dağlık bölgelerde tarımsal verim düşüyor.
• Küresel olarak ortalama deniz seviyeleri yükseliyor.
• Küresel ısınma ve buzulların erimesi özellikle kutuplarda geri dönülemez sonuçlara sebep oluyor. Bu durumdan uzun yıllar erimeden kalan kalıcı buz ve kar kütleleri büyük ölçüde etkileniyor.
• 2050 yılında Arktik Okyanusu'nda yaz aylarında deniz buzu görülemeyeceği öngörülüyor.
• Grönland ve Antarktika'da yer alan buzul örtülerinin büyük değişime uğrayacağı tahmin ediliyor.

Ülkemizde ise Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2023 yılında Ulusal kutup bilim çalışmalarının sürdürülebilirliğinin sağlanması ve daha da güçlendirilmesi amacıyla 2023-2035 Ulusal Kutup Bilim Stratejisi'ni açıkladı. Raporda 2035 yılına kadar gerçekleştirilmesi planlanan stratejik hedeflere ulaşılmasında Türk bilim insanlarının gerçekleştireceği buzul araştırmalarının önemli bir yer tuttuğu görülüyor. Türk araştırmacıların kutuplardaki buzullara yönelik yaptığı birçok çalışma, bilim insanlarımızın bu konuya çok önemli katkılar sağladığını gösteriyor. Üniversitelerimizde buzul bilimi alanında eğitim alabilen araştırmacılarımız, 2017 yılından beri gerçekleştirilen Ulusal Antarktika Bilim Seferleri kapsamında Antarktika buzullarını yerinde araştırma imkânı da buluyor. Ayrıca bu seferler sırasında buzullar konusunda yapılan bilimsel araştırmaların ve projelerin sonuçları uluslararası dergilerde makaleler şeklinde yayınlandı.

Aynı zamanda Antarktika kıtasında kurulan ölçüm istasyonları ile buzullarda meydana gelen değişimler (örneğin buzulların hareketi) anlık olarak takip ediliyor. Bu istasyonlardan alınan veriler sayesinde buzullardaki erimeler ile deniz seviyesi yükselmesi arasındaki ilişkiler de inceleniyor. Türk bilim insanlarının Antarktika'da yapacağı çalışmalar ile gelecekte yapılacak yeni keşifleri ve yaşanacak bilimsel gelişmeleri siz değerli okuyucularımıza aktarmaya devam edeceğiz. Sizler de kutuplarla ilgili bilimsel araştırma projelerinin bir parçası olmak, yapılan çalışmaların sonuçlarını görmek ve buzullar ile ilgili daha çok bilgi edinmek için TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü'nün web sayfasını ve bu konudaki TÜBİTAK yayınlarını takip edebilirsiniz. ■

2023 yılında Antarktika'da çekilen fotoğrafta, Horseshoe Adası'nda buzullara yakın bir bölgede kurulan Geçici Türk Bilim Kamp'ı görülüyor.

Kaynaklar

https://kare.mam.tubitak.gov.tr/
TÜBİTAK Kutup Bilimleri Ansiklopedisi, https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/kutup/
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383551
Birleşmiş Milletler Genel Kurul Kararları(https://research.un.org/en/docs/ga/resolutions)
https://www.wcrp-climate.org/news/wcrp-news/2201-un-resolution
https://docs.un.org/en/A/78/L.99

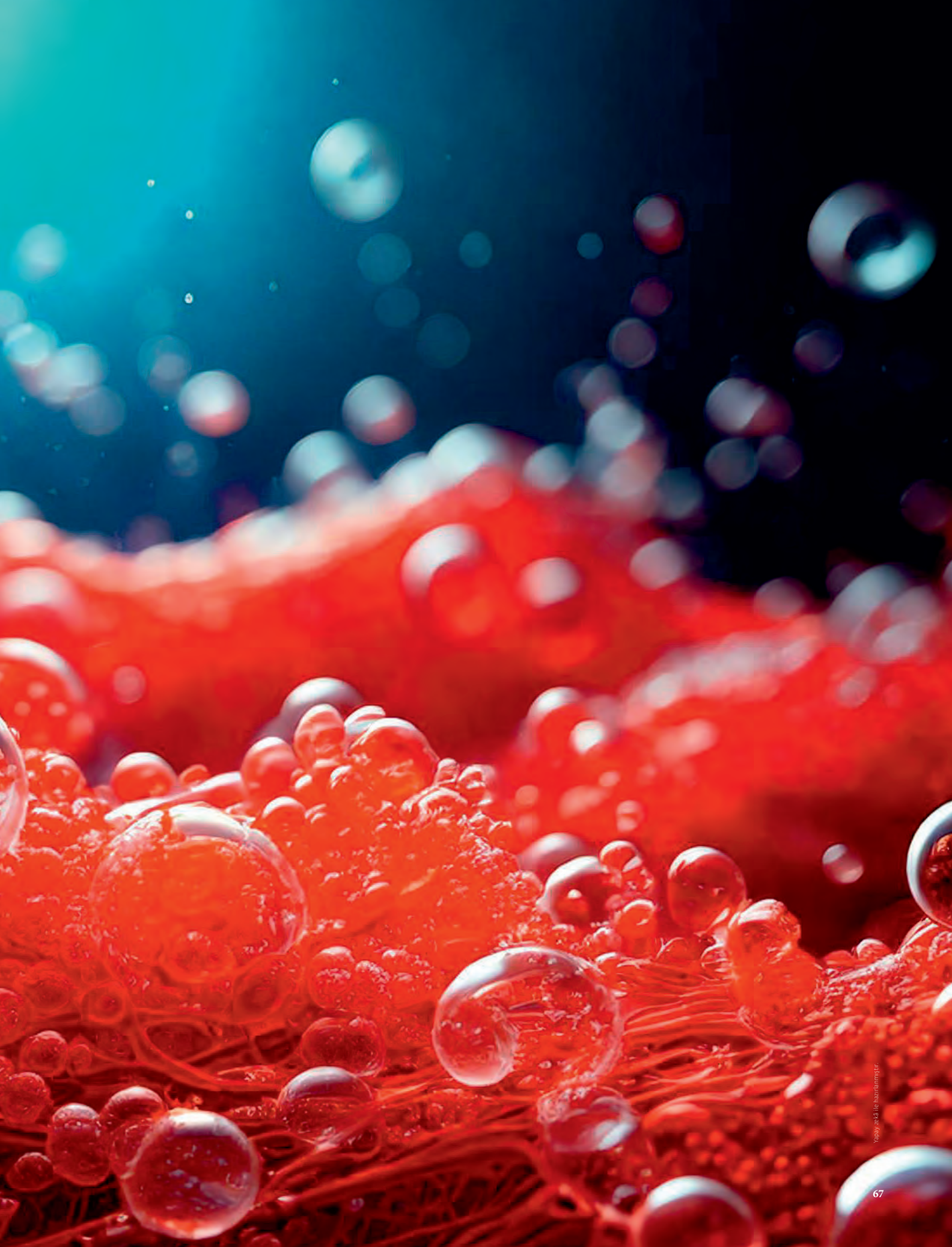
Polimerik Mikrokabarcıklarla Solunumun Geleceğine Yolculuk

Bir Bardak Oksijen Alabilir miyim Lütfen?

Uzm. Dr. Zamir Kemal Ertürk [*TÜBİTAK*

Gözlerinizi kapatıp hayal edin. Birazdan Ege Denizi'nin muhteşem su altı yaşamını gözlemlemek üzere dalış yapacaksınız. Dalgıç kıyafetlerinizi giydiniz, güvenlik ekipmanlarınızı aldınız. Ancak su altı dalışı için en kritik bileşen olan oksijen tüpünüz yok. Onun yerine dalıştan hemen önce tükettiğiniz özel bir sıvı tüm oksijen ihtiyacınızı karşılıyor. Harika bir dalış deneyimi olmaz mıydı? Hayaliniz, bilim kurgu filmlerinden bir senaryo gibi görünse de bilimsel ilerlemeler sayesinde böyle yeniliklerin bir gün gerçeğe dönüşme ihtimali hiç de uzak değil!

Oksijeni akciğerlerin aracılığı olmadan doğrudan kana ulaştırmayı amaçlayan bilim insanları, gerçekleştirdikleri yenilikçi araştırmalarında insan hayatında oldukça önemli bir sorunun çözümüne yönelik umut vadeden sonuçlar elde etti.



Yapay zekâ ile hazırlanmıştır.

mihtiander / iStock

Oksijen ihtiyacını karşılamak yalnızca su altında değil, hayati risk taşıyan birçok sağlık sorunu için de kritik öneme sahiptir. Örneğin kandaki oksijen seviyesinin düşmesi yani hipoksemi; zatürre, KOAH, astım gibi akciğer hastalıklarında, solunum yollarında oluşan tıkanıklıklarda ya da kalp rahatsızlıkları gibi durumlarda ortaya çıkabilir. Hipoksemide, solunan havadaki oksijen akciğerlerde kana yeterli düzeyde geçemez ve bu da dokulara gerekli oksijenin ulaşamamasına neden olur. Bu durum, metabolizmayı çok yönlü etkileyen ciddi sorunlara yol açar. Kandaki oksijen seviyesi kritik sınırın altına düşen hastalara tıbbi müdahale yapılırken hızla oksijen tedavisine başlanması hayati derecede önemlidir. Bu amaçla hastanın durumuna göre farklı tedavi yöntemleri uygulanabilir. Örneğin bazı hastalara maske ile oksijen desteği sağlanırken, bazı hastaların solunum cihazına yani mekanik ventilatöre bağlanması gerekir. Daha ciddi durumlarda ise ECMO (Ekstrakorporeal Membran Oksijenasyonu) gibi yapay solunum dolaşım destek sistemlerinin kullanıldığı daha gelişmiş tedavi yöntemleri tercih edilir. Ancak bazen hipoksemi öylesine şiddetli bir hâle gelir ki, mevcut tedavi yöntemleri yetersiz kalabilir. Bu nedenle, daha etkili ve yenilikçi tedavilere ihtiyaç vardır.

Hipoksemiye maruz kalan beyin hücreleri yani nöronlar oksijen yetersizliğine son derece hassastır. Oksijensiz kalma durumu sadece 4-6 dakika sürse bile beyinde geri dönüşü olmayan hasarlar ortaya çıkabilir. Hipoksemiden belirgin şekilde etkilenen organlardan biri de kalptir. Hastanelerde görülen kardiyak arrest yani kalp durması vakalarının %15-40'ı solunum yetmezliğinden kaynaklanır. Kardiyak arrest vakalarında dolaşım durduğundan kalp dışarıdan yapılan müdahalelerle yeniden çalıştırılabilse bile, bu sırada beyne yeterli oksijen ulaşmadığı için nöronlar kısa sürede hasar görür.

Ne yazık ki bu hastaların hayatta kalma oranı çok düşüktür, taburcu edilebilen hastalarda ise ciddi ve kalıcı nörolojik hasarlar ortaya çıkabilir.

İşte bu nedenle bilim insanları hayati riskler oluşturabilen ve ciddi sağlık sorunlarına yol açabilen hipoksemiye karşı mevcut tedavi yöntemlerini iyileştirmeye ve yeni yaklaşımlar geliştirmeye yönelik araştırmalar yapıyor. Bu çalışmalar arasında oksijenin toplardamar yoluyla doğrudan vücuda verilmesi alternatif bir tedavi yöntemi olarak öne çıkıyor. Ancak bu tedavinin güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için oksijeni taşıyacak olan maddelerin bazı temel özelliklere sahip olması gerekiyor. Örneğin taşıyıcı parçacıklar kanla temas ettiğinde oksijeni hızla kana verebilmeli, damarlarda tıkanıklığa neden olmaması için enjekte edildikten hemen sonra çözünmeli, kan hacminde aşırı yüklenmeye yol açmamalı ve toksik etkiye neden olmadan vücuttan atılabilmelidir.

İlk etapta, birçok kişinin aklına bu sorunun çözümü için oksijen oranı yüksek kanın vücuda nakledilmesi gelebilir. Araştırmacılar bu yöntemi denemiş, ancak yapılan çalışmalarda etkili sonuçlar alınamadığı görülmüştür. Çünkü kanın taşıyabildiği oksijen oranı görece düşük olduğundan vücudun ihtiyacı olan oksijeni sağlayabilmek için nakledilen kan miktarının yüksek olması gerekir. Bu da dolaşım sisteminde aşırı yüklenmeye yol açarak akciğer hasarı veya kalp yetmezliğine neden olabilir.

Bugüne kadar, oksijen molekülünü doğrudan kana vermek amacıyla çeşitli yöntemler denenmiş ve bu doğrultuda oksijen gazını taşıyan, polimer ve fosfolipit kaplı mikro ölçekli kabarcıklar oluşturulmuştu. Ancak bu çalışmalarda yöntemin uygulanabilir olması için ihtiyaç duyulan temel gereksinimler karşılanamamıştı. Örneğin dış yüzeyi lipid kaplı oksijen mikrokabarcıklar (LOM), yüksek miktarda oksijen taşıyabilmeleri ve vücut dokuları ile uyumlu olmaları nedeniyle, başlangıçta etkili bir tedavi yöntemi olarak düşünülse de deneysel çalışmalarda düşük dozlarda dahi damar tıkanıklığına yol açabildikleri gösterildi. Bu soruna çözüm bulmak isteyen araştırmacılar, depolama sırasında yapısı bozulmadan kalabilen ancak kan içinde hızla çözünebilen pH değişimine duyarlı mikrokabarcıklar geliştirdi. Bu mikrokabarcıklar kan ile temas ettikten sonra çözünerek taşıdıkları oksijeni verimli bir şekilde kana verebiliyordu. Ancak kabarcıkların kabuğunu oluşturan polimerler hidrofobik özellikte olduklarından yani suda çözünmediklerinden zamanla dolaşım sisteminde birikerek başka risklere yol açabilecekleri anlaşıldı. Sonuçları *Nature Biomedical Engineering* dergisinde yayımlanan çalışmada ise araştırmacılar, kanın sahip olduğu pH değerinde hızla çözünebilen, vücutta birikmeden atılabilen ve toksik etki göstermeyen polimerik mikrokabarcıklar (PMB) sentezlemeyi başardı. Kabuğu polimerlerden oluşan bu mikrokabarcıkların en önemli özelliği, yüksek oranda oksijen taşıyabilecek ayrıca kan gibi biyolojik sıvılar ile temas ettiğinde çözünerek oksijeni salıverebilecek şekilde tasarlanmış olmaları. pH değişimine duyarlı olan bu mikrokabarcıklar asidik ortam koşullarında suda çözünmüyor. Bu sayede vücut dışında saklanırken yapılarında herhangi bir bozulma olmadan oksijeni depolayabiliyorlar.

Polimerik mikrokabarcıklar kanın pH değerinde ise (~7,4) suda çözünebilir hâle geçiyor. Bu sayede kan ile temas ettiklerinde çözünerek taşıdıkları oksijeni salıverebiliyor.

Yapay zekâ ile hazırlanmıştır.

Polimerik mikrokabarcıkları, içlerinde oksijen depolanmış hâlde uzun süre saklamak da mümkün. Üretilen polimerik mikrokabarcıkların oda sıcaklığında 6 ay, buzdolabında ise yaklaşık 1 yıl boyunca yapısı bozulmadan ve işlevini kaybetmeden saklanabileceği tahmin ediliyor. Araştırmacılar, geliştirdikleri polimerik mikrokabarcıkların etkinliğini test etmek için kapsamlı hayvan deneyleri yaptı. Bu deneylerde iki gruba ayrılan hayvanlara anestezik ve kas gevşetici ilaçlar uygulanarak solunumları kontrollü olarak durduruldu. Bir süre sonra hayvanlarda kardiyak arrest ortaya çıktı. Bu aşamadan sonra hayvanlar kalp masajı ve ilaç tedavisi ile tekrar hayata döndürülmeye çalışıldı. Deney grubundaki hayvanlara polimerik mikrokabarcık içeren çözelti enjekte edildi. Kontrol grubundaki hayvanlara ise deney grubuna verilenle aynı hacimde ve mikrokabarcıklar dışında aynı kimyasal bileşime sahip olan oksijen açısından zengin %10 dekstroz çözeltisi verildi. Sonuçta oksijen taşıyan mikrokabarcıkların verildiği deney grubundaki hayvanların %88'i hayatta kalırken kontrol grubundaki hayvanlarda bu oran %30 oldu.

Kontrol grubunda hayatta kalan hayvanların hiçbiri solunum cihazından ayrılamadı ve bu hayvanlarda ciddi beyin hasarı gözlemlendi. Deney grubundaki hayvanların ise kalpleri daha kısa sürede tekrar çalıştırılabildi ve kandaki oksijen seviyelerinin yükseldiği görüldü. Ayrıca bu gruptaki hayvanlarda beyin hasarı oranı daha düşüktü ve hayvanların önemli bir kısmı solunum cihazından ayrılarak normal yaşam fonksiyonlarına geri dönmeyi başardı.

Deneyler, polimerik mikrokabarcıkların toksik etki açısından da güvenli olduğunu ortaya koydu. Hayvanların hiçbirinde toksik etki belirtisi (örneğin mikrokabarcıklardan kaynaklanan hücre hasarı ya da organ yetmezliği) veya başka bir yan etki gözlenmedi. Dahası mikrokabarcıkların bileşenlerinin 24 saat içinde idrar yoluyla büyük oranda vücuttan atıldığı tespit edildi.

Oksijen taşıma kapasitelerinin yüksek olması, uzun süre saklanabilmeleri, toksik etki göstermemeleri ve idrar yoluyla hızlı bir şekilde vücuttan atılabilmeleri sayesinde yeni geliştirilen bu polimerik mikrokabarcıklar, gelecekte oksijen desteğine ihtiyaç duyan hastalar için etkili bir tedavi yöntemi olabilir. Deneysel çalışmalarda umut verici sonuçlar elde edilen bir yöntemin gelecekte ağız yoluyla vücuda alınan formlarının geliştirilebileceğini veya günlük hayatta başka amaçlar için kullanılabileceğini düşünmek de gerçekleşmesi imkânsız bir hayal olmayabilir. Çünkü bu umut verici gelişmeler, bizler için şu an hayal olan bazı gelişmelerin, bilim insanları tarafından gerçeğe dönüştürülebileceğini gösteriyor.

Kaptan, dalış için hazırım. Bir bardak oksijen alabilir miyim lütfen? ■

Kaynaklar

Mancebo, J.G. ve ark., "Systemically injected oxygen within rapidly dissolving microbubbles improves the outcomes of severe hypoxaemia in swine.", *Nature Biomedical Engineering*, Cilt 8, s. 1396–1411, 2024.
Andersen, L. W., ve ark., "In-Hospital Cardiac Arrest: A Review.", *JAMA*. Cilt 321, Sayı 12, s.1200-1210, 2019.
Semple, J. W., Rebetz, J., Kapur, R., "Transfusion-associated circulatory overload and transfusion-related acute lung injury.", *Blood*, Cilt 133, Sayı 17, s. 1840-1853, 2019.

Meşhur "Taşınan Kanepe Problemi" Nihayet Çözüldü

Andrey Popov / iStock

Dr. Elif Ebren Kaya [*TÜBİTAK Bilim Genç*

Bir koridordaki 90 derecelik bir köşeyi sıkışmadan geçebilecek kanepenin alanının en fazla ne kadar olabileceğini bulmayı amaçlayan "taşınan kanepe problemi", altmış yıla yakın bir süredir çözülemeyen bir matematik problemiydi. Matematikçi Jineon Baek, bu problemi çözmeyi başardı ve Aralık 2024'te yayınladığı makalesinde problemin çözümüne yer verdi.

Taşınan kanepe problemi, evini taşıyan hemen herkesin karşılaştığı bir soruna dayanan, ünlü bir matematik problemiydi. Sorun, genişliği 1 birim olan bir koridordaki 90 derecelik bir köşeden sıkışmadan geçebilecek kanepenin alanının en fazla ne kadar olabileceğini belirlemekti. İlk bakışta basit görünen bu problem, matematikçi Leo Moser tarafından 1966 yılında ortaya atıldığından bu yana çözülememişti. Ancak, geçtiğimiz aralık ayında bu problem için nihayet doğru çözüme ulaşıldı.

Güney Kore'deki Yonsei Üniversitesi'nde doktora sonrası araştırmacı olan matematikçi Jineon Baek, çözümü yani köşeden sıkışmadan geçebilecek kanepenin maksimum alanını "Gerver kanepesi" olarak bilinen, görseldeki kanepe şeklini kullanarak hesapladı. Ön kısmı kavisli olan bu kanepe formu 1992 yılında Joseph Gerver tarafından önerilmişti. Gerver, taşınan kanepe probleminin çözümü için bu formun maksimum alana sahip olabileceğini önermiş ancak bunu matematiksel olarak kanıtlayamamıştı.

Baek, Gerver'in önerdiği kanepe formunu temel alarak genişliği 1 birim olan bir koridordaki 90 derecelik bir köşeden sıkışmadan geçebilecek kanepenin maksimum alanını 2,2195 birim kare olarak hesaplayarak problemi çözüme ulaştırdı. Baek'in problemin çözümüne yer verdiği makalesi arXiv'de yayınlandı.

Taşınan kanepe probleminin çözümü, ilk olarak kare ve yarım daire gibi diğer geometrik şekiller kullanılarak denenmişti. Örneğin kare şeklindeki bir kanepenin 1 birim genişlikte ve 90 derecelik köşesi olan bir koridordan geçebilmesi için kanepe alanının maksimum 1 birim kare, yarım daire şeklinde bir kanepe alanının ise maksimum $\pi/2$ birim kare olması gerektiği hesaplanmıştı.

arXiv.org

Gerver kanepesininin 90 derecelik bir köşeyi dönüşü

Problemi çözmek isteyen araştırmacılar daha karmaşık şekillerde kanepeler de tasarladılar. Örneğin 1968 yılında matematikçi John Michael Hammersley'in tasarladığı ve kendi ismini verdiği kanepenin alanı $\pi/2 + 2/\pi$ olarak yani yaklaşık 2,2074 birim kare olarak hesaplanmıştı. Ancak bu değer, taşınan kanepe problemi için Baek tarafından hesaplanan maksimum alandan daha küçüktü. ■

Kaynaklar

- https://phys.org/news/2024-12-mathematician-sofa-problem.html#google_vignette
- https://blogs.ams.org/visualinsight/2015/01/15/hammersley-sofa/
- https://arxiv.org/abs/2411.19826

Ay'da Büyük Kanyon Boyutlarında Kanyonlar Keşfedildi

Dr. Tuba Sarıgül [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Ay'ın yüzeyindeki Schrödinger Çarpma Havzası'nda, boyutları ABD'nin Arizona eyaletindeki Büyük Kanyon ile karşılaştırabilir düzeyde olan iki kanyon keşfedildi.

Ay'ın Dünya'dan görünmeyen öteki yüzünde bulunan Schrödinger Çarpma Havzası'nın 3,8 milyar yıl önce oluştuğu tahmin ediliyor. Yaklaşık 320 km çapındaki havzanın derinliği ise yaklaşık 4,5 km. Ay'ın güney kutbunun yakınlarında bulunan bu bölge, asteroit ve kuyruklu yıldız gibi gök cisimlerinin çarpması sonucu Ay'ın yüzeyinde oluşan çarpma kraterlerinin yapısının anlaşılmasında önemli bilgiler sağlıyor.

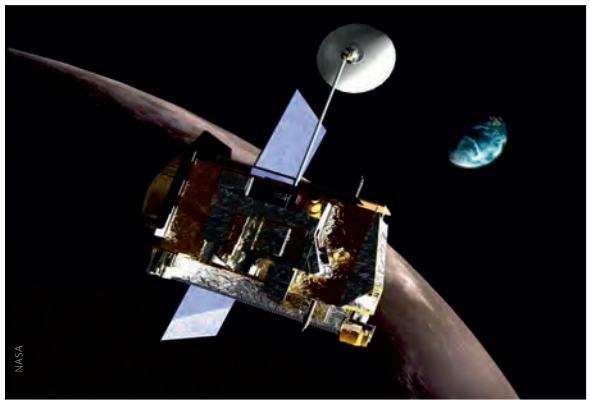
Sonuçları yakın zamanda *Nature Communications* dergisinde yayımlanan araştırmada bilim insanları, Schrödinger Çarpma Havzası'nın oluşmasına neden olan çarpışmadan sonra açığa çıkan kayaç parçacıklarının Ay'ın kabuk katmanında iki kanyonun oluşmasına neden olduğunu belirledi. *Vallis Schrödinger* ve *Vallis Planck* adı verilen kanyonlar, Hindistan'ın Chandrayaan-1 ve NASA'nın Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) uzay araçlarından elde edilen görüntüler kullanılarak yapılan jeolojik haritalama sonucunda keşfedildi. *Vallis Schrödinger* 270 km uzunluğunda, 20 km genişliğinde ve 2,7 km derinliğindeyken *Vallis Planck* 280 km uzunluğunda, 27 km genişliğinde ve 3,5 km derinliğinde. Ayrıca iki kanyon, Schrödinger Çarpma Havzası'nın güneyine yakın bir bölgede kesişiyor.

Araştırmacılar, Ay'ın yüzeyinde çarpma sonucu etrafa saçılan toz, kayaç parçaları gibi malzemelerin oluşturduğu birikintileri ve yüzeyde oluşan çizgi şeklindeki desenleri (krater çizgisi olarak isimlendirilir) inceleyerek kanyonların nasıl oluştuğunu ve çarpan gök cisminin izlediği rotayı belirlemeye çalıştı. Sonuçlar gök cisminin Ay'ın yüzeyine 45 dereceden küçük bir açıyla çarptığını,

çarpma yönünün ise kuzeybatı ya da kuzeydoğu doğrultusunda olabileceğini gösteriyor.
Gök cisminin Ay'ın yüzeyine dik bir açıyla çarpmaması, açığa çıkan parçacıkların ağırlıklı olarak belirli bir yönde saçılmasına neden oldu. Gök cisminin çarpma doğrultusu da dikkate alındığında güney kutbundan uzağa doğru dağılan toz ve kayaç parçaları, güney kutbundaki yaşı 4 milyarın üzerinde olan kayaçlarının üzerinin çarpışma kalıntılarıyla örtülmesini engellemiş olabilir. Bu da gelecekteki insanlı Ay görevlerinde Ay'ın yüzeyindeki bu en yaşlı kayaçların analiz edilmesini kolaylaştırabilir.

Çarpma sonucu etrafa dağılan parçacıkların hızlarına yönelik yapılan hesaplamalar, *Vallis Schrödinger* ve *Vallis Planck* kanyonlarının 10 dakikadan kısa sürede oluştuğunu gösteriyor.

Büyük Kanyon ise Colorado Nehri'nin bölgede daha önce var olan vadileri aşındırıp derinleştirmesi sonucu 5-6 milyon yıldan uzun sürede oluşmuştu.



NASA'nın Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) uzay aracı

Schrödinger Çarpma Havzası, gelecekte Ay'da yapılacak insanlı ya da robotik keşif araştırmaları için en uygun iniş konumlarından biri olarak kabul ediliyor. Bunun nedeni çarpma sonucu oluşan materyallerin iyi korunmuş olması yani daha sonra gerçekleşen jeolojik süreçler sonucu büyük değişimler geçirmemesi. Schrödinger Çarpma Havzası'nın bulunduğu bölgede araştırmalar yapacak ilk robotik görevin 2026 yılında Ay'a inmesi planlanıyor. ■

Kaynak

Kring, D. A., Kallenborn, D. P., Collins, G. S., "Grand canyons on the Moon", *Nature Communications*, Cilt 16, Makale no: 1146, 2025.

ABD'nin Arizona eyaletinde bulunan Büyük Kanyon yaklaşık 446 kilometre uzunluğunda. En derin noktası ise 1.949 metreye ulaşıyor.

İklim Değişikliği Depremleri Tetikleyebilir mi?

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Kamacı [*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü*

Sangre de Cristo Dağları

ABD'nin Colorado eyaletinde bulunan Sangre de Cristo Dağları'ndaki buzul erimesinin fay aktiviteleri üzerindeki olası etkilerini buzul izleri üzerinden inceleyen araştırmacılara göre Son Buzul Maksimumu dönemini takip eden buzul erimesiyle fay üzerindeki sıkışma stresi yani basıncı azaldı. Son Buzul Maksimumu, yaklaşık 21.000 yıl önce yaşanan, Dünya'nın Son Buzul Çağı sırasında buzulların en geniş alana yayıldığı dönemdir.

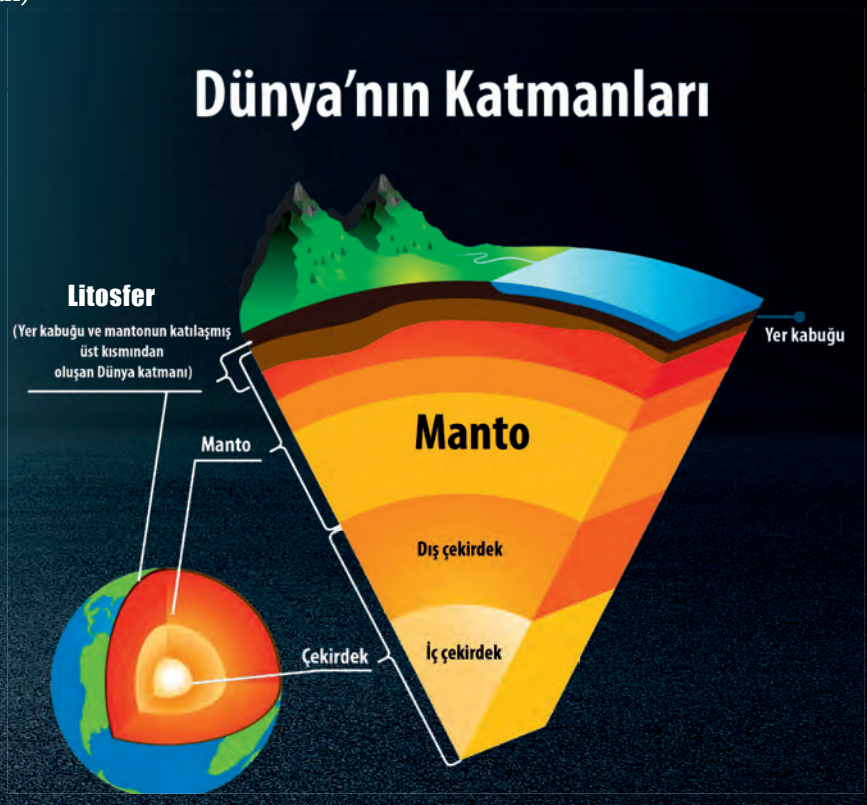
Araştırmanın bulgularına göre Son Buzul Maksimumu sonrasındaki buzul erimesi, fay sıkışma stresini 20–55 kilopaskal (kPa) azalttı. 50 kPa, su altında 5 metre derinliğe dalmış bir cisme uygulanan basınca eşittir. Bu basıncın görece hızlı bir şekilde üzerinizden kalktığını hayal edin, işte bu olaya dekompresyon yani basınç ferahlaması denir. Basınç ferahlaması altındaki malzemenin (yer kabuğunun) buna tepkisi ise izostatik geri tepme şeklinde olur. İzostatik geri tepme hareketiyle yer kabuğu yukarı doğru hareket eder. Bu yukarı hareket, denge durumu oluşana kadar devam eder ve bu süreç ise binlerce yıl sürebilir.

Araştırmaya göre işte bu buzul erimesinin ardından fay kayma oranları Pleistosen Dönemi'ne (2,5 milyon yıl öncesi ile MÖ 11.700 arasındaki jeolojik zaman) kıyasla beş kat arttı. Aynı zamanda fay atımlarının, diğer ifadeyle depremin neden olduğu levha hareketinin çoğu Holosen Dönemi (11.700 yıl öncesinden günümüze) boyunca gerçekleşmiş.

Bulgular, iklim değişikliklerinin fay hareketlerini tetikleyebileceği hipotezini destekliyor. İklim değişikliğine bağlı olarak hızlı buz yükü değişimleri yani yer kabuğu üzerindeki basınç ferahlaması yaşayan bölgelerde fay aktivitelerinin artabileceği öngörülüyor. Bu güncel araştırma, 2007 yılında deprem ve buzul erimesi üzerine yapılan öncü çalışmalardan birini de doğrulamış oluyor. Aynı dergide yayımlanmış olan bu çalışmaya göre ABD'nin Wyoming eyaletindeki Teton Fayı, Yellowstone Buz Örtüsü eridikçe daha fazla sismik aktiviteye neden oluyor.

Diğer taraftan güncel araştırmanın bulgularından yola çıkarak küresel sıcaklıklardaki artışa bağlı olarak deniz seviyesindeki yükselmenin kıyı bölgelerindeki tektonik plakalar üzerinde ek baskı oluşturmasıyla sismik aktiviteyi artırabileceği ve deprem periyodu yaklaşmış fayları harekete geçirebileceği de söylenebilir. Yoğun yağışlar ve kuraklık gibi aşırı hava olayları ve toprak kaymaları da benzer bir etki yaratabilir.

Sonuç olarak güncel araştırmalar iklim değişikliğinin sadece atmosferik olaylarla sınırlı kalmadığına, gezegenimizin kabuğunu da etkilediğine dair önemli veriler sunuyor. Bu nedenle iklim değişikliğinin jeolojik riskler üzerindeki etkilerini anlamak ve buna göre önlemler almak ayrıca önem taşıyor. ■



Kaynaklar

Hurtado C., Gallen, S. F., Exploring the impact of deglaciation on fault slip in the Sangre de Cristo Mountains, Colorado, USA. *Geology*, 53 (2): 150–154, 2025. (https://doi.org/10.1130/G52661.1)

Hampel A., Hetzel R., Densmore, A. L., Postglacial slip-rate increase on the Teton normal fault, northern Basin and Range Province, caused by melting of the Yellowstone ice cap and deglaciation of the Teton Range? *Geology*, 35 (12): 1107–1110, 2007. (https://doi.org/10.1130/G24093A.1)

Kelebek Ormanı

Dr. Tuba Sarıgül [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Fotoğrafta yapraklarla kaplıymış gibi görünen ağaçların üzerinde aslında milyonlarca kral kelebeği bulunuyor.

"Monark kelebeği" olarak da bilinen kral kelebekleri (*Danaus plexippus*), göç eden tek kelebek türü. Yaz mevsimini, üreme alanlarının bulunduğu Kanada ve ABD'de geçiren kral kelebekleri, ekim ayında 4.000 km'yi aşan bir yolcukla Meksika'ya göç ediyor. Kral kelebekleri, kışı buradaki oyamel köknarı (*Abies religiosa*) ormanlarında geçiriyor. 2.400 m ile 3.600 m arasındaki irtifada bulunan bu ormanlar, sahip olduğu ideal sıcaklık ve nem koşulları ile kral kelebekleri için uygun bir yaşam ortamı sağlıyor. Ancak küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, kral kelebeklerine ev sahipliği yapan köknar ormanlarını tehdit ediyor. Ormansızlaşma, orman yangınları, tarım ilaçlarının bilinçsiz kullanımı ve yaşanan kuraklıklar, hem kral kelebeklerinin yaşam alanlarının yok olmasına hem de popülasyonlarının hızla azalmasına yol açıyor.

Dünya Doğayı Koruma Birliği'nin (IUCN) verilerine göre geçtiğimiz on yılda kral kelebeklerinin popülasyonunda %22 ile %72 arasında azalma oldu. Kral kelebekleri, 2022 yılında IUCN tarafından Tehlike Altındaki Türlerin Kırmızı Listesi'ne alındı. ■

Enrique Castro / Stringer / Getty Images

Kaynak

https://www.nationalgeographic.com/science/article/monarch-butterflies-oyamel-forests-migration

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Helenistik Dönemde Gökyüzü

İnsanın Yıldızlarla İmtihanı

İnsanların gökyüzündeki nesnelerin hareketlerini incelemeye ve gökyüzünün yapısını anlamaya çalışmaya ne zaman başladıklarını kesin olarak söylemek güçtür. Ancak bu güçlük, öngörüde bulunmanın mümkün olmadığı anlamına gelmez. Elimizdeki verilere göre yaptığımız çıkarımlara dayanarak diyebiliriz ki gökyüzünü inceleme etkinliğinin başlangıcı, yazılı hiçbir kaydın günümüze ulaşmadığı tarih öncesi dönemlere kadar uzamaktadır. Çünkü en eski yazılı kayıtlarda bile kayıtların tutulduğu zaman diliminin öncesine atıfların bulunduğunu görüyoruz. Buradan da gök olaylarının aslında insanların dikkatini, yazılı kaynakların bildirdiklerinden çok daha öncesinde çekmeye başladığını anlayabiliyoruz. Bu noktada şöyle bir soru sorabiliriz: Günümüzden çok uzun zaman önce yaşamış insanların dikkatlerini yeryüzünde meydana gelen süreçleri anlamaktan gökyüzüne yönlendirmelerine neden olan şey neydi? Mesela yıldızlı gökyüzünün güzelliği, parlaklığı, renk ve desen çeşitliliği olabilir mi? Gök cisimlerinin hareketlerindeki düzen, meraklarını mı uyandırdı? Diyelim ki bu varsayımların hepsi etkili olsun. O zaman da şu soruyu sormamız gerekmez mi? Yazılı kaynaklarda, efsanelerde veya bunların dışındaki

metinlerde yinelendiği üzere, neredeyse sadece hayatta kalmak için mücadele eden insan, gökyüzünde meydana gelen olayları incelemek gibi temel ihtiyaçlarının dışında bir uğraşa nasıl ve neden zaman ayırdı veya böyle davranmasındaki amacı neydi? Olası bir cevap şu olabilir: Koşulların bütün zorluğuna karşın insanlar, varlıklarını sürdürebilmek için doğayla mücadele etmek zorunda kalsalar da doğayı anlama gayretinden vazgeçmemiş, aksine doğa olaylarını ne kadar iyi anlayabilirse hayatlarının o kadar güvenli hâle geleceğinin farkına varmıştı. Öyleyse gökyüzü olayları, insanın çevresini gözlemlerken anlamaya çalıştığı doğal olgulardandı.

National Optical Astronomy Observatories / SPL

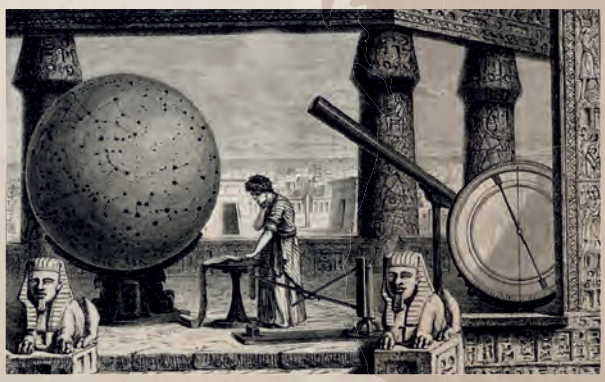
Bu demektir ki bilim, sadece evrenin doğası gibi soyut hakikatleri anlamaya çalışma veya salt bilgi edinme dürtüsünden değil, hayatın pratik ihtiyaçlarından doğmuştur. Nitekim gökyüzü ile ilgili bir olgu olan gece ve gündüzün birbirini takip etmesinin bütün canlıların hayatını düzenlediğini anlayan insan, Güneş'in ufkun üzerindeki hareketlerini izleyerek bir günü bölümlendirmesine imkân veren bilgiyi ve deneyimi kazanmıştır. Saatler geliştirilene kadar zamanı daha hassas ölçebilmek için yere dik olarak yerleştirilmiş bir çubuğun gölgesinin uzunluğunu ölçmüştür. Mevsim değişikliklerini izleyerek avcılık ve balıkçılık yapabilmiştir. Zira hayatın devamlılığını sağlayan bu etkinlikler, hayvanların yaşam döngülerinin ve göçlerinin düzenli aralıklarla gerçekleştiğinin anlaşılmasıyla eş zamanlı olarak ortaya çıkmıştır. İnsanın hayatta kalmak gibi temel ihtiyaçlarının ötesinde yaşam koşullarını iyileştirmek için harcadığı emek daha karmaşık biçimler aldığında ve yeni ihtiyaçlar hissedildiğinde gök olaylarını gözlemlemek, daha önemli hâle gelmiştir. Mesela denizde veya karada yön bulabilmek için gündüzleri Güneş'i, geceleri yıldızları izlemiştir. Böylece yıldızların gökyüzündeki hareketlerinin düzenli olarak gerçekleştiğini anlayan insanlar, yaşamlarını düzenlemek için zamanı ölçmenin ve yönetmenin gerekli olduğunu fark etmiştir.

KenWiedemann / iStock

victoriya89 / iStock

İskenderiye'de Gök Bilim Çalışmaları

Güneş'in ve Ay'ın döngüleri, belirli zaman aralıklarıyla tekrar ettiği için zamanın ölçülmesinde kullanılabilecek doğal birimlerdir. Bu gök cisimlerinin dolanım periyotları, insan etkisinden bütünüyle bağımsızdır. Hareket döngülerinin periyotlarında, çok uzun zaman ölçeğinde küçük değişimler olsa da pratikte neredeyse değişmez oldukları söylenebilir. Bununla birlikte Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesini tamamlamasına karşılık gelen yıllık periyodun ölçülmesi oldukça zorken Ay'ın Dünya etrafındaki düzenli ve kısa periyodu, zamanın belirlenebilmesi için daha pratik bir temel oluşturur. Çünkü Ay'ın evrelerini çıplak göz ile takip ederek periyodunu ölçmek mümkündür. Geçmişte Ay takviminin uzun yıllar boyunca kullanılmasının nedeni de budur. Böylece Ay, insanın çevresinde gözlemlediği en önemli nesnelerinden biri hâline gelmiştir.



Collection Abecasis / SPL

Daha eski toplumlarda olduğu gibi Antik Yunanlılar için de zamanın belirlenmesi, gök biliminin özellikle günlük hayatta pratik ihtiyaçları karşılamak amacıyla ortaya çıkışında önemli bir etken oldu. Antik Yunan dönemindeki denizciler de denizlerde seyir yönünü belirlemek için başlangıçta doğal pusula olarak yıldızları gözlemledi. Bununla birlikte M.Ö. 4. yüzyıldan başlayarak Güneş, Ay, yıldızlar ve gezegenler, gökyüzünde sadece izlenmekle yetinilen nesneler olmaktan çıkmaya başladı. Çünkü Antik Çağ'ın büyük komutanlarından biri olan Makedonyalı İskender'in kurduğu geniş bir coğrafyaya yayılan büyük imparatorluk, Antik Yunan biliminin Doğu'daki eski kültür kaynaklarıyla doğrudan temasa geçmesine imkân verdi. "Helenistik" olarak isimlendirilen bu yeni kültürün bir sonucu olarak gök bilim çalışmalarında yeni bir dönem başladı.

Vladi333 / iStock

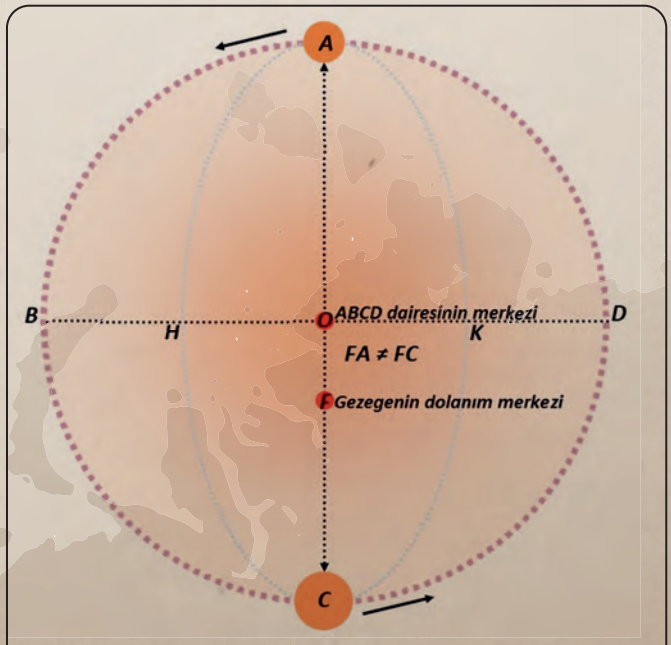
Archimedes (M.Ö. 287-212)

İskender M.Ö. 323 yılında öldüğünde imparatorluğu, güçlü komutanlarınca paylaşıldı ve Mısır bölgesi, generallerinden biri olan Ptolemaios'a bırakıldı. M.Ö. 332 yılında büyük bir bilim, kültür ve ticaret merkezi olarak kurulan İskenderiye, Ptolemaios ve aynı aileden gelen diğer hükümdarların döneminde Mısır'ın başkenti hâline getirildi. Ptolemaios hanedanlığının yöneticileri, bilime ve bilim insanlarına değer vermeleri gerektiğinin bilincindeydi. İskenderiye'de, içerisinde büyük bir kütüphane ile gözlemevi de bulunan Müze'yi kurdular. Şehir, kısa sürede Antik Yunan bilim ve felsefesinin merkezi hâline geldi. İskenderiye Müzesi'nde çalışmalar yapan ilk bilim insanlarının arasında ilk kez Güneş merkezli gök modelini ortaya atan Sisamlı (Samos) Aristarkhos (M.Ö. 310-230) da vardı. Özgün metni günümüze ulaşmamış olsa da o dönemin seçkin bilim insanlarından biri olan Siraküzalı Archimedes'in (M.Ö. 287-212) tanıklığı, Aristarkhos'un katkıları hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Archimedes şunları söylemektedir: "Aristarkhos, gökyüzünde birbirlerine göre konumları değişmediği için "sabit yıldızlar" olarak isimlendirilen yıldızlara benzer şekilde Güneş'in de hareketsiz olduğunu ve Yer'in, Güneş'in etrafında çember çizerek hareket ettiğini savundu." Bir başka tanık olan Stoacı Filozof Cleanthes (M.Ö. 301-232) ise Aristarkhos'un bu varsayımlarının hoş karşılanmadığını belirtmişti. Yüzyıllar sonra Aristarkhos'un varsayımlarının doğruluğu kanıtlanacak olsa da o dönemde bu varsayımların bilim insanları ve topumun geneli tarafından benimsemesi mümkün olamazdı. Çünkü o dönemde geçerli olan, Aristoteles'in (M.Ö. 384-322) ağır unsurlardan (toprak ve su) oluşan Yer'in hareketsiz olarak evrenin merkezinde bulunduğu görüşüne ters düşüyordu. O dönemde yaygın olarak kabul edilen bu görüşü sorgulayıp yerini alabilecek kuramsal veya uygulamalı bilgi birikimi henüz mevcut değildi. Nitekim yaklaşık bir yüzyıl sonra Güneş merkezli evren modeli, Antik Çağ'ın önemli gök bilimcilerinden biri olan İznikli Hipparkhos (M.Ö. 190-

120) tarafından da reddedildi. Çünkü son derece dikkatli bir gözlemci olan Hipparkhos, Güneş'in merkezde olduğu bu sistemde gezegenlerin merkeze her zaman eşit uzaklıkta bulunmaları gerektiğini, bu varsayımın gözlemlerle doğrulanmadığını, modelin, gezegenlerin parlaklıklarındaki dolayısıyla uzaklıklarındaki değişimleri ve gezegen hareketlerinde gözlemlenen hızlanma veya yavaşlama gibi düzensizlikleri açıklayamadığını belirlemişti.

New York Public Library / Science Source / SPL

İznikli Hipparkhos (M.Ö. 190-120)



Dış merkezli modelde gezegenin üzerinde hareket ettiği çemberin merkezi (O noktası) ile etrafında dolandığı Güneş veya Yer'in bulunduğu konum (F noktası) birbirinden farklıydı. Gezegen, A noktasındayken dolanım merkezinin en uzağında; C noktasındayken dolanım merkezinin en yakınında bulunuyordu. Bu modele göre gezegenin uzaklığındaki değişim sorunu çözülmüş gibi görünüyordu.

Dış Merkezli ve Çember Merkezli Düzenekler

Hipparkhos'un ifade ettiği sorunları Matematikçi Pergeli Apollonius (M.Ö. 240-170), ondan daha önce fark etmişti. Bunun için dış merkezli ve çember merkezli yapılardan oluşan iki geometrik model önermiş ancak bu modelleri gözlemsel verilerle desteklemeye yönelik bir girişimde bulunmamıştı. Kendisi de bir Matematikçi olan Hipparkhos ise aynı zamanda bir astronom olduğu için bu modelleri gezegen hareketlerindeki düzensizliklerin açıklanmasında kullanmayı düşündü. Dış merkezli model, gezegenin hareket ettiği çemberin merkezinde bulunması gereken Güneş'in veya Yer'in merkezden bir miktar kaydırılmasıyla elde edilmişti. Gezegen çemberin merkezinin değil, Yer'in ya da Güneş'in bulunduğu kaydırılmış merkezin etrafında dolandığı için bu noktaya göre bazen uzaklaşıyor bazen de yakınlaşıyormuş gibi görünüyordu. Böylece gezegenlerin uzaklığındaki değişim sorunu ortadan kalkmış oluyordu. Bu aslında gerçek bir çözümden daha çok önerilen modeli gözlemsel verilerle uyumlu hâle getirmeye yönelik olarak ortaya konan bir öneriydi. Bilimsel ifadesiyle gözlem-kuram uyumsuzluğunu geometri yardımıyla giderme çabasıydı.

Gelecek sayımızda dış merkezli ve çember merkezli modeller konusunu ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

Hoskin, M., *The History of Astronomy, A very Short Introduction*, Oxford: Oxford University Press, 2003.
Pannekoek, A., *A History of Astronomy*, London: Ruskin House George Allen & Unwin Ltd., 1961.
Tassoul, J. L. & Tassoul, M., *A Concise History of Solar and Stellar Physics*, Princeton: Princeton University Press, 2004.

Prof. Dr. Raif Kandemir [*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü*

ANTARKTİKA BUZ ÖRTÜSÜ

Bu fotoğraf, T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) koordinasyonunca gerçekleştirilen 7. Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE-VII) sırasında çekilmiştir. (Fotoğraf: Raif Kandemir)

Antarktika, barışa ve bilime adanmış, hiç bir ülkeye ait olmayan, 14,2 milyon km^2 yüzölçümlü, %98'i buz ile kaplı, dünyanın en kurak, en soğuk ve en rüzgârlı kıtasıdır. Dünya üzerinde biri Antarktika'da diğeri Grönland'da olmak üzere iki ana buz örtüsü bulunur.

Antarktika buz örtüsü, dünyanın en büyük buz örtüsüdür. Kıta yüzeyinin tamamına yakını bu kalın buz örtüsü altında gömülüdür. Yalnızca bazı dağların zirveleri ve nunataklar buzulun üzerinde ada gibi görünür.Nunataklar, buzul örtüsünün yüzeyindeki, buzullar ile kaplı olmayan dağ zirvelerine ve sırtlarına verilen isimdir. Bu kelime Eskimo dili kökenli bir terimdir. Antarktika buz örtüsünün hacmi 27 milyon km^3'tür. Buzul örtüsünün deniz seviyesinden yüksekliği bazı bölgelerde 4.000 m'yi aşar, buzun kalınlığı ise maksimum 4.800 m'ye ulaşır. Bu nedenle ortalama rakımı 2,5 km olan Antarktika Dünya'nın en yüksek kıtasıdır. Bilim insanları tüm bu buzulların erimesi durumunda dünya genelinde deniz seviyelerinin 58 m kadar yükseleceğini tahmin ediyor.

Transantarktik Dağları, Antarktika buz örtüsünü doğu ve batı buzul örtüleri şeklinde ikiye ayırır. Doğu Antarktika buz örtüsü Antarktika kıtasının büyük kısmını yekpare bir şekilde kaplayan bir buzul örtüsüyken Batı Antarktika buz örtüsünün en belirgin özelliği büyük oranda buz sahanlıklarından ve deniz buzullarından oluşmasıdır.

Buz örtüleri, hava sıcaklığının yıl boyunca düşük olması nedeniyle erimeyen ve yıldan yıla yağış ile biriken karlardan beslenir. Yıllık ortalama sıcaklıklar deniz seviyesinden 2.800 m yüksekte olan Güney Kutbu'nda yaklaşık -50 °C iken daha yüksekteki kutup platosunda ise yüksek yansıma (albedo) etkisiyle ortalama sıcaklıklar daha da düşüktür. Yüzeydeki karlar, yeni kar yağışı nedeniyle sürekli gömülürken zamanla sıkışır ve sonunda katı buza dönüşür. Binlerce yıl boyunca devam eden bu sürecin sonunda, yıllık buz katmanları kilometrelerce kalınlığa ulaşarak buz örtülerini oluşturur. Buz örtüleri ayrıca geçmiş iklimlerin kimyasal kayıtlarını da derinliklerinde saklar. Antarktika buz örtüsün altında 400'e yakın göl bulunur. Bunların en büyüğü olan Vostok Gölü 3.740 m kalınlığındaki buz tabakasının altında bulunur. 250 km uzunluğunda, 50 km genişliğinde ve yaklaşık 800 metre derinliğindedir.

Tüm bu özellikleriyle farklı dallardan bilim insanlarının araştırmalar ilgisini çeken Antarktika, ulaşım ve çalışma şartlarının oldukça zor olduğu bir kıtadır. Yer kürenin hayati öneme sahip parçalarından birisi olan Antarktika kıtası, Dünya'nın geçmişi hakkında birçok bilgiyi saklayan bir kara kutu özelliğindedir. ■

Kaynaklar

TÜBİTAK Kutup Bilimleri Ansiklopedisi, https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/kutup/
Öztürk, C., Antarktika'da hiç kimsenin göremediği göl: Vostok, *Bilim ve Teknik*, Şubat 2009 sayısı, sayfa 42-47, 2009
Kılıç Ekici, Ö., Antarktika: Dünyanın En Soğuk, En Kurak ve En Rüzgârlı Kıtasının Biyolojik Çeşitliliği, *Bilim ve Teknik*, Aralık 2022 sayısı, poster eki, 2022.

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül
[*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Merkür ve Venüs Ufuktan Batarken Mars ve Jüpiter Gökyüzünde Öne Çıkıyor

Mart ayının başında Merkür, Venüs, Mars ve Jüpiter gün batımında gökyüzünde. Ancak ayın son haftasında Güneş ile Dünya'nın arasından geçmeye hazırlanan Merkür ve Venüs, her geçen gün Güneş'e yaklaştıkları için, ayın ikinci yarısından sonra gökyüzünü terk ediyor. Mart ayında hem Ay hem Güneş tutulması gerçekleşiyor. Ancak iki tutulma da Türkiye'den izlenemiyor.

Merkür

Merkür, mart ayının başında Güneş'in batışından sonra batı yönünde ufkun 10° üzerinde ortaya çıkıyor. Ayın ilerleyen günlerinde ufkun üzerinden yüksekliği artan Merkür, 8 Mart'ta en büyük doğu uzanımı konumuna geliyor. Bu konumdayken gökyüzünde Güneş'in yaklaşık 18 derece doğusunda yer alan Merkür, bu tarihte aynı zamanda ufkun üzerinde en yüksek noktaya ulaşıyor. İlerleyen günlerde Güneş'le arasındaki açısal mesafe giderek azalmaya başlayan Merkür, 24 Mart'ta iç kavuşum konumundan geçiyor. Bu konumdayken Güneş, Merkür ve Dünya aynı hizadadır ve Merkür, Güneş ile Dünya'nın arasından geçer.

1 Mart akşamı Merkür, hilal şeklindeki Ay ve Venüs'ü, batı yönünde ufkun üzerinde bir arada görebilirsiniz.

Venüs

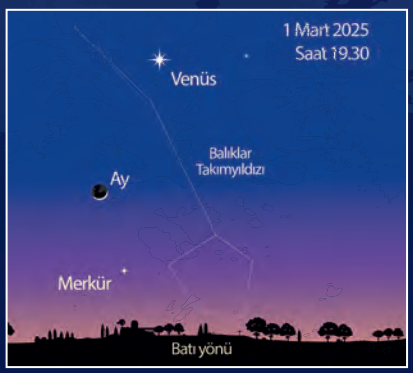
Mart ayının ilk yarısında Güneş'in batışından sonra gökyüzündeki gezegenlerden biri olan Venüs son derece parlak görünüyor. Ayın ilerleyen günlerinde ufkun üzerinden yüksekliği azalan Venüs, 23 Mart'ta yörünge hareketi sırasında Güneş ile Dünya'nın arasından yani iç kavuşum konumundan geçiyor. Bu süreçte birkaç hafta boyunca görülemeyecek olan Venüs, nisan ayında şafak vakti tekrar gökyüzünde ortaya çıkıyor.

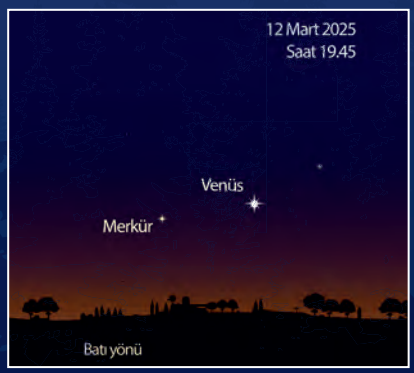
Mart ayı Venüs'ü bir dürbün ya da teleskop ile gözlemlemek için son derece uygun bir ay. Ayın başında gezegen yuvarlağının %14'ü aydınlık görünürken bu oran 12 Mart'ta %5'e düşüyor. Gezegen yuvarlağının görünür büyüklüğü ise artıyor. Çünkü Venüs iç kavuşum konumuna yaklaştığı süreçte Dünya ile aralarındaki mesafe azalıyor ve bu konumdayken Dünya'nın en yakınından geçiyor.

12 Mart akşamı Merkür'ü ve Venüs'ü batı yönünde ufkun hemen üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz.

Jüpiter

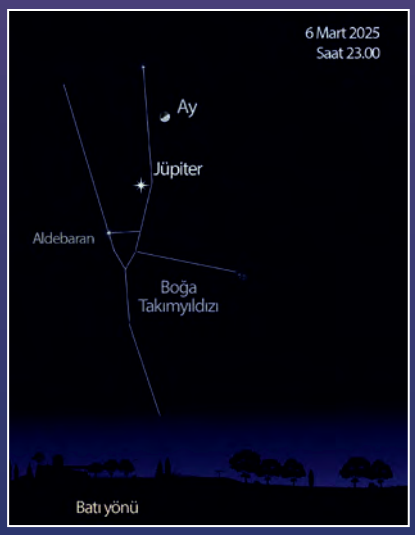
Jüpiter, mart ayında gün batımından sonra gökyüzünde ortaya çıkıyor. Ayın başında Güneş'in batışıyla yaklaşık olarak aynı saatlerde gökyüzünde en yüksek noktaya ulaşan Jüpiter'in ufkun üzerinden yüksekliği her geçen gün azalıyor. Ayın başında gece yarısından yaklaşık iki saat sonra kuzeybatı-batı yönünde





ufuktan batan Jüpiter, ilerleyen günlerde daha erken batmaya başlıyor ve parlaklığı hafifçe azalıyor.

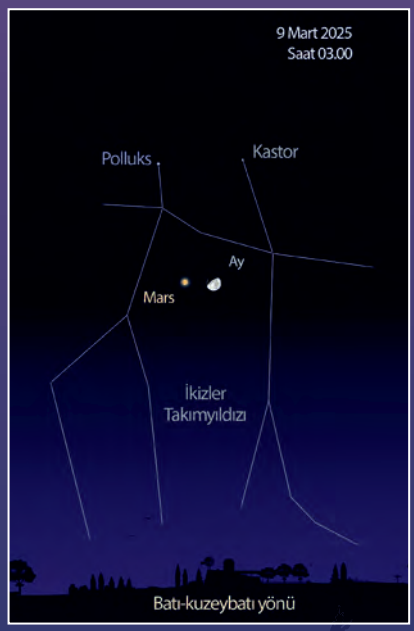
6 Mart'ta Jüpiter'i ve ilk dördün evresindeki Ay'ı birbirine yakın görebilirsiniz. Bir dürbün ya da basit bir teleskop yardımıyla Jüpiter'in dört büyük uydusu olan Io, Europa, Ganymede ve Callisto'yu gezegenin önünden geçtikleri ya da gezegen tarafından örtüldükleri zamanlarda görmeyi deneyebilirsiniz.



Mars

Mars, mart ayında neredeyse bütün gece gökyüzünde. Ayın başında Güneş'in batışından sonra ufkun yaklaşık 60 derece üzerinde ortaya çıkan Mars, gece yarısından yaklaşık iki saat önce ufkun üzerinde en yüksek noktaya ulaşıyor ve Güneş'in doğuşundan yaklaşık 3 saat önce kuzeybatı yönünde ufuktan batıyor. Gezegenin parlaklığı ve görünür büyüklüğü her geçen gün azalıyor.

9 Mart gecesi Mars'ı ve dolunay evresine yaklaşan şişkin Ay'ı batı-kuzeybatı yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz. İki gök cismine İkizler Takımyıldızı'nın en parlak iki yıldızı Polluks ve Kastor da katılıyor.



Satürn

Satürn 12 Mart'ta Güneş etrafındaki yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından (kavuşum olarak isimlendirilir) geçiyor. Bu süreçte Güneş ile aralarındaki açısal mesafe çok küçük olduğundan Satürn, Güneş'in parlaklığı nedeniyle birkaç hafta boyunca gökyüzünde görülemiyor. Satürn, nisan ayında şafak vakti Güneş'in doğuşundan önce gökyüzünde tekrar ortaya çıkmaya başlıyor.

Tam Ay Tutulması

14 Mart'ta tam Ay tutulması gerçekleşiyor. Tam tutulma Kuzey Amerika kıtası ile Güney Amerika'nın batısından izlenebiliyor. Ancak Türkiye saati ile Güneş'in doğuşundan sonra gerçekleştiğinden ülkemizden görülemiyor.

Parçalı Güneş Tutulması

29 Mart'ta parçalı Güneş tutulması gerçekleşiyor. Tutulma, Kuzey Amerika'nın kuzeydoğusu, Avrupa'nın batısı ve Afrika'nın kuzeybatısındaki gözlemciler tarafından görülebiliyor ancak ülkemizden izlenemiyor.

Güneş tutulması sırasında Güneş, Ay ve Dünya aynı hizadadır ve Güneş ile Dünya'nın arasından geçen Ay, Güneş ışınlarının yeryüzünün bir bölümüne ulaşmasını engeller. Ay'ın gölgesinin Dünya'nın üzerine düştüğü bölgelerde Güneş tutulması izlenebilir. Parçalı Güneş tutulması sırasında ise Güneş, Ay ve Dünya tam olarak aynı doğru üzerinde bulunmaz. Bu nedenle Ay yuvarlağı Güneş yuvarlağının tamamını örtemez. 29 Mart'taki tutulma sırasında ise Ay, Güneş yuvarlağının yaklaşık %93'ünü örtecek.

İlkbahar Ekinoksu

20 Mart'ta ilkbahar ekinoksu gerçekleşiyor. Astronomik olarak kuzey yarım kürede ilkbaharın başlangıcı olarak kabul edilen bu tarihte Güneş ışınları Ekvator'a dik açıyla gelir. Ekinoks gece ve gündüz süresinin eşit olduğu gün olarak bilinse de aslında aydınlanma çemberinin kutuplardan geçtiği belirli bir andır. Aydınlanma çemberi, Güneş'in Dünya'yı aydınlattığı bölge ile karanlıkta kalan bölge arasındaki hatta verilen isimdir.

Tutulmanın Renkleri

Ay tutulması sırasında Güneş, Dünya ve Ay aynı hizadadır ve Ay, Dünya'nın Güneş'e göre arkasında oluşan gölge ve yarı gölgeden geçer. Yarı gölge bölgede Güneş ışınlarının bir kısmı Dünya tarafından bloke edilirken Güneş ışınlarının bir kısmı bu bölgeyi aydınlatır. Gölge bölgeye ise doğrudan Güneş ışınları ulaşmaz. Dolayısıyla Ay'ın tamamının Dünya'nın gölgesinden geçtiği tam Ay tutulması sırasında Ay'ın tamamen karanlıkta kalması beklenebilir. Ancak Dünya'nın atmosferi tarafından yansıtılan Güneş ışınları Ay'ı sönük de olsa aydınlatır.

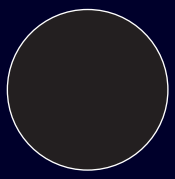
Tam tutulma sırasında Ay'ın hangi renklerde görüleceği ve parlaklığı ise gölgede takip edeceği rotaya ve Dünya'nın atmosferinin bileşimine bağlı olarak değişir. Örneğin Ay, gölgenin merkezinin ne kadar yakınından geçerse o kadar karanlık görünür. Ayrıca atmosferdeki kül ve toz parçacıkları, organik maddeler, bulutlar, havada asılı hâlde bulunan sıvı damlacıkları gibi maddeler atmosfer tarafından yansıtılan Güneş ışınlarının miktarını değiştirerek gölgenin dolaylı olarak ne düzeyde aydınlatılacağını belirler. Tam Ay tutulması sırasında Ay'ın parlaklık düzeyini belirlemek için Fransız gök bilimci Andre-Louis Danjon tarafından önerilen Danjon ölçeği olarak isimlendirilen bir sistem kullanılır. Fransız gök bilimci Andre-Louis Danjon tarafından önerilen bu sistemde L=0, Ay'ın neredeyse görünmez hâle geldiği en karanlık tutulmaları; L=1, Ay'ın gri-kahverengi tonlarda göründüğü ve üzerindeki detayların çok zor fark edilebildiği tutulmaları; L=2, Ay'ın koyu kırmızı tonlarda göründüğü, gölge bölgenin orta kısmının çok karanlık, kenarlarının görece daha aydınlık olduğu tutulmaları; L=3, Ay'ın kırmızı-turuncu tonlarda göründüğü, gölge bölgenin kenar hattının sarı tonlarda ve görece parlak olduğu tutulmaları; L=4 ise Ay'ın bakır kırmızısı renkte göründüğü, gölge bölgenin kenar hattının mavi tonlarda ve parlak göründüğü tutulmaları tanımlar.

NASA

İlk dördün
6 Mart
Saat: 19.32

Dolunay
14 Mart
Saat: 09.55

Son dördün
22 Mart
Saat: 14.29



Yeni ay
29 Mart
Saat: 13.58

Yerberi
2 Mart Saat: 00.21
361.964 km
30 Mart Saat: 08.26
358.127 km

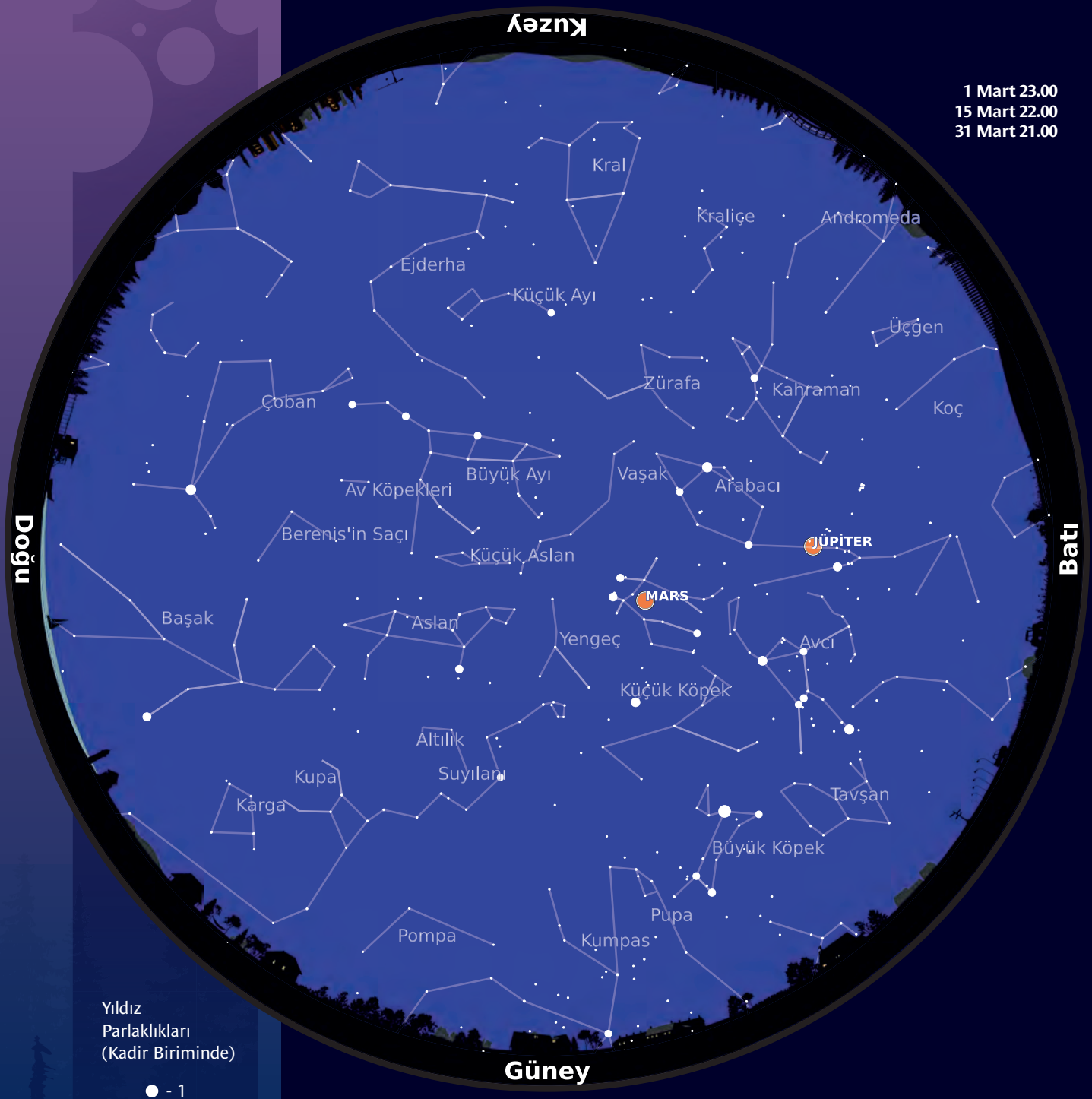
Yeröte
17 Mart Saat: 19.36
405.754 km

Ayın Önemli Gök Olayları

2 Mart	Ay, Dünya'ya en yakın konumda
	Ay ve Venüs yakın görünümde
6 Mart	Ay, ilk dördün evresinde
8 Mart	Merkür, en büyük doğu uzanımı konumunda
9 Mart	Ay ve Mars yakın görünümde
	Ay ve Polluks yakın görünümde
12 Mart	Ay ve Regulus yakın görünümde
	Satürn, kavuşum konumunda
	Merkür ve Venüs yakın görünümde
14 Mart	Tam Ay tutulması
	Ay, dolunay evresinde
16 Mart	Ay ve Spika yakın görünümde
17 Mart	Ay, Dünya'ya en uzak konumda
20 Mart	İlkbahar ekinoksu
	Ay ve Antares yakın görünümde
22 Mart	Ay, son dördün evresinde
23 Mart	Venüs, iç kavuşum konumunda
24 Mart	Merkür, iç kavuşum konumunda
29 Mart	Parçalı Güneş tutulması
	Ay, yeni ay evresinde
	Ay ve Polluks yakın görünümde
30 Mart	Ay, Dünya'ya en yakın konumda

Mart Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları

Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin mart ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları, ay içinde birbirine göre çok değişmediği için mart ayının ortasındaki konumları, çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.



Yıldız Parlaklıkları (Kadir Biriminde)

- - 1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2025 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Sayı 686, 2025.
- "Observing October 2024", *Sky and Telescope*, Cilt 149, Sayı 3, 2025.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", *Astronomy*, Cilt 53, Sayı 3, s. 28-35, 2025.
- https://in-the-sky.org/newscal.php
- https://science.nasa.gov/eclipses/
- https://eclipse.gsfc.nasa.gov/OH/Danjon.html
- https://www.jpl.nasa.gov/edu/resources/lesson-plan/watch-and-measure-a-lunar-eclipse/

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

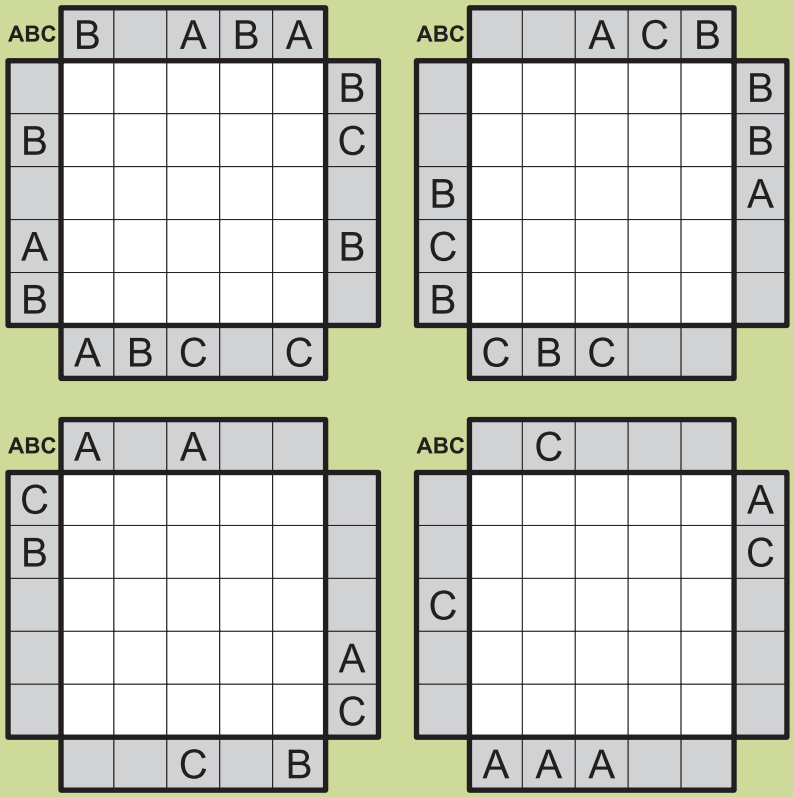
Ayın Oyunu

ABC Kadar Kolay

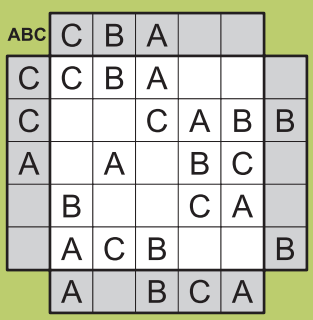
ABC Kadar Kolay Oyununun Kuralları

Diyagramın sol üstünde verilen harflerin her birini satır ve sütunlarda bir kez kullanarak diyagramı doldurun.

Diyagramın dışındaki harfler, o yönden bakıldığında görülen ilk harfleri göstermektedir.

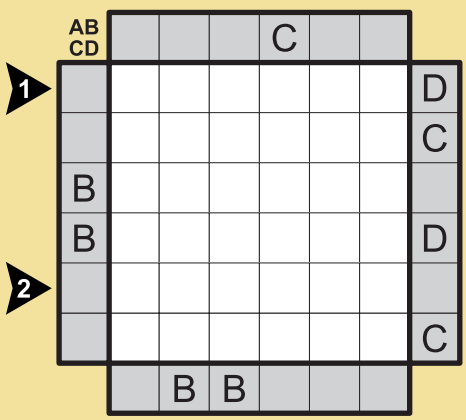


ABC Kadar Kolay - Örnek Çözüm



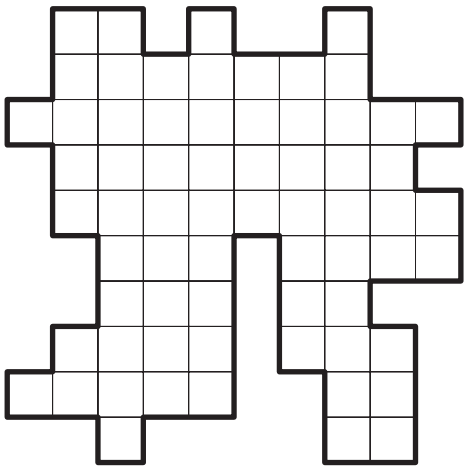
Ödüllü soru

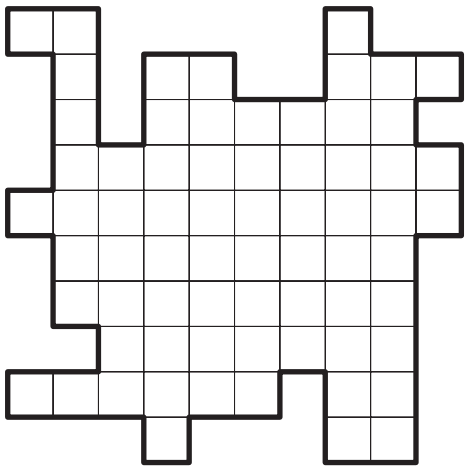
▼ ABC Kadar Kolay sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Anadolu Doğasından Yansımalar* başlıklı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları, dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır. Geçen ayın ödüllü Toplamlı Apartmanlar sorusunu doğru yanıtlayanlar arasından çekilişle belirlenerek kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi, internet sitemiz üzerinden duyuruldu.



Her iki ok doğrultusundaki içeriği yazın. Mesela soldaki örnek çözümün ilk satırı, CBAxx şeklinde yazılmalıdır.

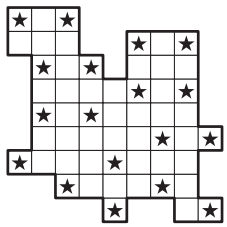
Yıldız Savaşları: Her satır ve sütuna bir kare boyutunda iki yıldız yerleştirin. Yıldızlar birbirlerine çaprazdan da olsa değmemelidir.





Yıldız Savaşları

Örnek Çözüm



Çarpmaca: Verilen sayıların tümünü her satır ve sütunda tam olarak iki sayı yer alacak şekilde diyagrama yerleştirin. Diyagramın dışındaki sayılar, o satır veya sütunda görülen iki sayının çarpımını vermektedir.

						7
						72
						44
						18
						50
						24
24	10	45	77	18	32	1-12

						40
						12
						18
						24
						33
8		54	40	24	55	1-12

Çarpmaca

Örnek Çözüm

5				3	15
4			6		24
	10	1			10
	9		2		18
		8		7	
20		8	12	21	

Geçen Sayının Çözümleri

Toplamlı Apartmanlar

1-5					
		9		6	
5	5	4	2	1	3
	3	1	4	5	2
	2	5	3	4	1
	4	2	1	3	5
9	1	3	5	2	4
	10	8			

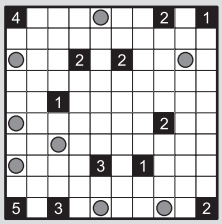
1-5					
			12		8
9	4	2	1	5	3
	3	1	2	4	5
	5	3	4	1	2
6	1	5	3	2	4
	2	4	5	3	1
	7				

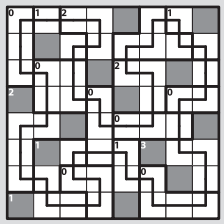
1-5					
					9
10	2	3	5	1	4
	4	5	3	2	1
	5	4	1	3	2
12	3	1	2	4	5
	1	2	4	5	1
			9		

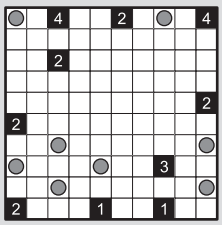
1-5					
			10		
8	3	5	2	4	1
	4	1	3	2	5
11	2	4	1	5	3
	1	2	5	3	4
	5	3	4	1	2
				9	11

Ödüllü Soru: Toplamlı Apartmanlar

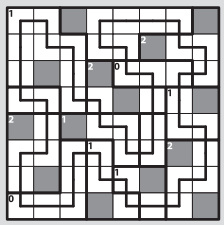
1-6						
						19
15	2	3	4	6	5	1
	4	2	6	5	1	3
	5	6	3	1	4	2
14	3	1	5	2	6	4
	6	4	1	3	2	5
12	1	5	2	4	3	6
			13		9	







Deniz Feneri



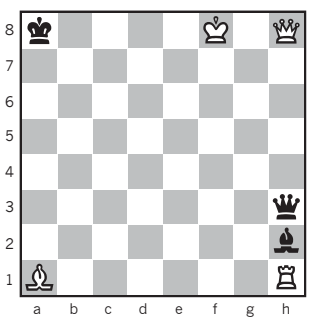
Bölgesel Yajilin

Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

İlginç Bir Yardımlı Mat Problemi

Sevgili okurlarımız, satranç problemlerinin en ilginç türlerinden olan ve kurgucular arasında popülerliği giderek artan yardımlı matlardan *Bilim ve Teknik*'te daha önce de söz etmiştik. Dileyen okurlarımız Mayıs 2018 sayısında yayımlanan "Satranç Taşlarının Dansı" başlıklı yazımıza https://services.tubitak.gov.tr/edergi/edergi.htm adresi üzerinden ulaşabilir. Yine de hiç bilmeyenler için yardımlı mat (İngilizce'de helpmate) problemlerini basit bir örnekle anlatmaya başlayalım (Diyagram 1).

Diyagram 1
Vitali Medintsev
Springaren, 2002



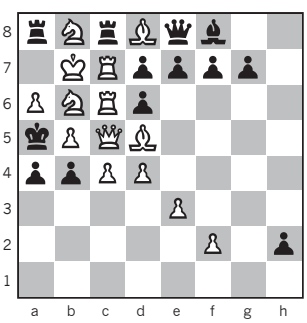
İki hamlede yardımlı mat (iki çözüm).

Yardımlı mat problemlerinin iki önemli özelliği, ilk hamleyi siyahın yapması ve birden fazla çözümünün olabilmesidir. Diyagram 1'deki örneğimizin de iki çözümü var. Çözümün akışı ise şu şekildedir: 1. Siyah oynar, beyaz oynar 2. Siyah oynar, beyaz oynar ve mat eder. Yardımlı matlarda siyah ve beyaz, siyah şahın mat olabilmesi için işbirliği hâlindedir, başka bir deyimle "yardımlaşırlar". Örneğimizin çözümü de şöyle:

1. Fb8 Fd4 2. Vxh1 Vxh1#
1. Vc3 Kb1 2. Vxa1 Vxa1#

Şimdi gelelim bu yazımızın esas konusu olan probleme (Diyagram 2).

Diyagram 2
Thomas Dawson, 1923



Bir hamlede yardımlı mat.

Bu problem ne kadar zor olabilir ki? İlk hamleyi siyahın yapacağını biliyoruz ve siyahın yapabileceği hamleleri tek tek deneyerek çözümü bulabilirmişiz gibi geliyor. Ancak bu denemelerin hepsi de (birisi hariç) başarısız olur. Örneğin 1. dxc6 Axc6+ 2. Vxc6. Siyahın yapabileceği diğer piyon hamleleri ya da 1. Ka7+ hamlesi de faydasız girişimlerdir. Ama b4'teki siyah piyon ve c4'teki beyaz piyon bize satrançtaki en özel hamlelerden biri olan "geçerken alma"yı (en passant, e.p.) hatırlatıyor.

Bu problemi çözebilmek için pozisyona, kurallara uygun olarak oynanmış bir oyunda ortaya çıkan bir konum olarak bakacağız: Yardımlı

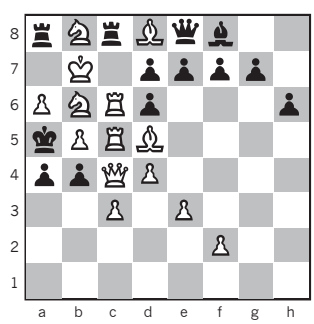
mat kurallarına göre şimdi sıra siyahta; o hâlde son hamleyi beyaz yapmıştı. Eğer beyaz son hamlesinde c2-c4 oynamışsa o zaman siyah 1. bxc3 e.p. oynayabilir ve beyaz da 1…Ac4# ile mat edebilir. Ancak bu şekilde problemi çözmüş sayılmayız! Beyazın son hamlesinde gerçekten de c2-c4 oynadığını kanıtlamamız gerekir. Dolayısıyla bu artık bir yardımlı mat problemi olmaktan çıkar ve bir retrograd analiz problemine dönüşür. Demek ki pozisyonun geçmişini analiz etmeliyiz.

Şimdi, belki pek alışkın olmadığınız bir şey yapacağız ve verilen pozisyondan başlayarak oyunu geriye doğru oynayacağız (adeta bir filmi sondan başa oynatır gibi), yani oynandığı farz edilen oyundaki hamleleri sırayla geriye alacağız. Bu işleme geçmeden önce, siyahın yalnızca h2'deki piyonunun hamlelerini geriye alabileceğimize dikkat edelim. A8'deki kalenin a7'den ya da c8'deki kalenin c7'den şimdi durdukları karelere gelmiş olabileceği akla gelebilir. Ancak bu mümkün değil çünkü b7'deki şaha şah çekmiş hâldeyken bir hamle yapmış olmaları kurallara uygun değil. Tekrar edelim: elimizde yalnızca h2'deki piyonun geriye alabileceğimiz hamleleri var.

Artık başlayabiliriz. Varsayalım ki beyaz son hamlesinde c3-c4 oynamış olsun.

1. c3-c4 h3-h2 2. Vc4-c5 h4-h3 3. Kc5-c6 h5-h4 4. Kc6-c7 h6-h5
(Diyagram 3).

Diyagram 3

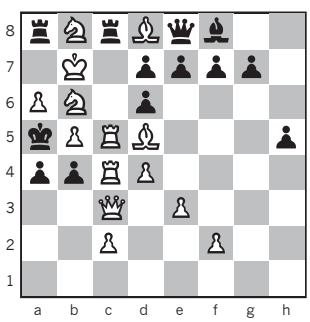


Bu durumda görüyoruz ki beyazın son hamlesinde c3-c4 oynamış olduğu varsayımı bizi kural dışı bir pozisyona götürdü. Çünkü diyagram 3'e baktığımızda siyahın a8 ve c8'deki kalelerinden birinin oyunun başlangıcında h8'de olan orijinal kale olması gerektiğini görürüz (çünkü hiçbir siyah piyon terfi etmemiştir). Peki, yerinden hiç ayrılmamış f8 fili, g7 ve h6 piyonuna rağmen bu kale nasıl h8'den ayrılabilmiştir? Elbette bu imkânsızdır, dolayısıyla beyazın diyagram 2'den önce c3-c4 oynamış olması mümkün değildir. Peki diyagram 2'den önce beyaz c2-c4 oynamış olabilir mi? Şimdi buna bakalım.

1. c2-c4 h3-h2 2. Vc3-c5 h4-h3 3. Kc4-c6 h5-h4 4. Kc5-c7

Yukarıda anlattığımız sebepten 4…h6-h5 mümkün değil. Ama burada farklı olarak 4**…Kc6-c8** mümkün (Diyagram 4).

Diyagram 4

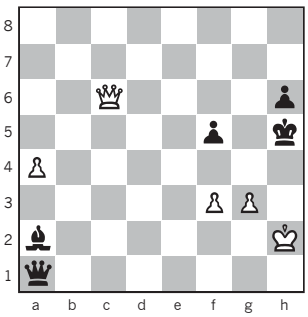


Dolayısıyla 1. c2-c4 hamlesi bizi kurallar dahilinde oynanmış bir oyunda ortaya çıkabilecek bir pozisyona götürür. Beyazın son hamlesini d5'teki fili, atları ya da diğer piyonlarıyla yapmış olması da yine aynı mantığa göre mümkün değildir, okurlarımız deneyerek bunu kolayca görebilir. Sonuç olarak diyagram 2'den önce beyazın yapmış olabileceği tek hamle c2-c4'tür. Bir hamlede yardımlı mat probleminin çözümü de bu durumda **1. b4xc3 Ac4#** olacaktır!

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ay sizlere ustaların hatalı oynadıkları birkaç pozisyon vermiş ve seçtikleri hatalı devam yolu yerine nasıl oynasalardı oyunu kazanabileceklerini sormuştuk. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 5
Frank Marshall-Jose Raul Capablanca
New York, 1909



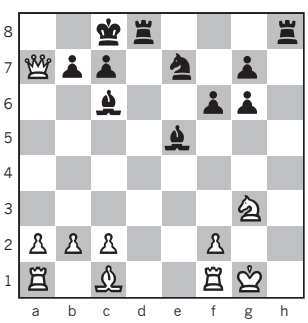
Sıra beyazda, nasıl oynamalı?

Bu konumda Marshall **45. Vb5** oynadı ve yenildi. Halbuki çok da karmaşık olmayan bir hamle dizisiyle oyunu kazanabilirdi. Nasıl mı?

Çözüm:

1. Ve8+ Şg5 2. f4+ Şf6 (2…Şg4 2. Ve2#) **3. Vh8+** ve sonraki hamlede beyaz siyahın vezirini alır.

Diyagram 6
Emmanuel Schiffers - Mikhail Chigorin
Saint-Petersburg, 1897



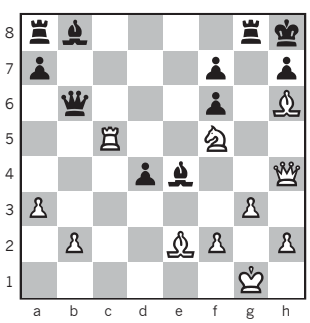
Sıra siyahta, nasıl oynamalı?

Bu oyunda siyahlarla oynayan Chigorin bir hafif alete karşılık vezir vermiş, buna karşılık rakip şaha karşı şiddetli bir hücum şansı elde etmişti. Ancak diyagram 5'teki pozisyonda kendi şahı ile ilgili kaygıları ağır bastı ve 24…b6 oynadı. Oyunun devamında ise beraberlikten başka bir şey elde edemedi. Halbuki rakibine nefes bile aldırmayan bir kombinezonla oyunu kazanabilirdi. Sizden Chigorin'in göremediği bu devam yolunu bulmanızı istemiştik.

Çigorin şöyle kazanabilirdi:

1… Kh1+ 2. Axh1 Fh2+ 3. Şxh2 Kh8+ 4. Şg3 Af5+ 5. Şf4 Kh4#.

Diyagram 7
Walter Henneberger-Ossip Bernstein
Zürih, 1934



Sıra beyazda, nasıl oynamalı?

Henneberger burada şık 28. Vg4 hamlesini oynayarak vezirini sundu. Şimdi vezir alınamaz çünkü 28…Kxg4 2. Kc8+ Vd8 3. Kxd8+ Kg8 4. Fg7# var. Ancak tehlikeyi gören Bernstein 28…Fxf5 oynadı ve oyun beraberlikle bitti. Henneberger 28. Vg4 yerine başka bir devam yoluyla oyunu kazanabilirdi. Nasıl mı?

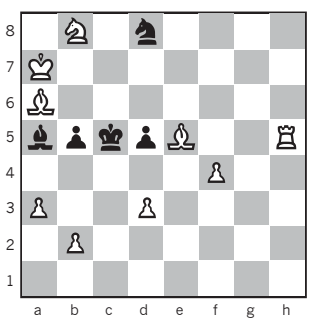
Henneberger şu şekilde kazanabilirdi:

1. Fg7+ Kxg7 2. Kc8+ Vd8 3. Kxd8+ Kg8 4. Vxf6#

Ayın Soruları

Ayın soruları bir hamlelik yardımlı mat problemlerinden oluşuyor.

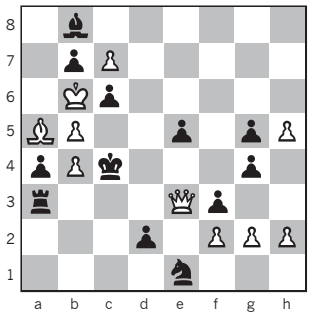
Diyagram 8
Zoltan Labai
Nedelna Pravda, 1989 Övgü



Bir hamlede yardımlı mat (üç çözüm).

Bu problemin özelliği siyahın ve beyazın hamlelerinin bir örüntü oluşturması. Bakalım bu örüntüyü bulabilecek misiniz?

Diyagram 9
Alberto Luis Garazo
Die Schwalbe, 1977



Bir hamlede yardımlı mat.

Dikkat, bu problemde karşınıza retrograd analiz çıkabilir! ■

alice-photo / iStock

Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*
Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Başıma Yıldırım Düştü!
Olasılıkların İlginç Dünyası

Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır.

bilimteknik.tubitak.gov.tr

Mağaranın Gizemli Kilidindeki Sırrın Ali Baba Tarafından Çözülmesi

Ali Baba'nın haramiler tarafından alıkonulduğu mağaradan kurtulabilmesi için mağaranın kapısının gizemli kilidini gece haramiler uyurken açması gerekiyor.

Ali Baba ana kilidin tüm özelliklerini öğrenmekle işe başlıyor. Mağaranın kapısının kilidi 5×5 boyutlarında bir satranç tahtası şeklindedir. Bu satranç tahtasının 25 birim karesinden tam olarak bir tanesi özel birim karedir. Tüm birim kareler aynı görünümde olduğu için hangi birim karenin özel olduğu fark edilemiyor. Bir denemede sadece özel birim kareye dokunulduğu zaman kilit sessizce açılıyor ve Ali Baba mağaradan kurtulabiliyor. Bir denemede sadece özel olmayan bir birim kareye dokunulduğu anda alarm çalıyor ve Ali Baba'nın mağaradan kurtulma şansı ortadan kalkıyor.

Ali Baba gizemli kilidin sırrını çözmek için kilidin şu özelliklerini kullanacaktır: Satranç tahtasının aynı satırda veya aynı sütunda bulunan 4 ardışık birim karesine aynı anda dokunulduğu zaman özel birim kare bu dört birim kareden biriyse kapıdan bir tıkırtı sesi geliyor, özel birim kare bu dört birim kareden biri değilse herhangi bir tıkırtı sesi gelmiyor, her iki durumda da kilidin alarmı çalışmıyor. Herhangi bir denemedeki tüm diğer dokunuşlarda (aynı anda 1 ve 4'den farklı sayıda birim kareye dokunulduğu veya ardışık olmayan 4 birim kareye dokunulduğu zaman) yine alarm çalıyor ve Ali Baba'nın herhangi bir zamanda mağaradan kurtulma şansı kalmıyor. Kilidin özelliklerine göre, Ali Baba her gece sadece bir deneme yapabilir.

Buna göre, Ali Baba N deneme sonucunda mağaradan kurtulmayı garantileyebilirse, N sayısının alabileceği en küçük sayı kaçtır? Bir diğer deyişle N sayısının hangi en küçük değerinde Ali Baba şansı yaver gitmese bile en fazla N deneme sonucunda mağaradan kurtulabilir? Bulduğunuz N sayısı için Ali Baba'nın deneme stratejisini açıklayın ve N sayısının neden daha az olamayacağını kanıtlayın.

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

FUTBOL LİGİ

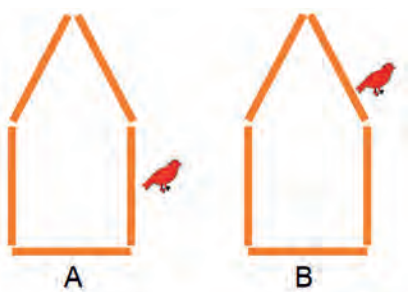
Bir futbol ligi puan sıralamasında her takım, kendisinden daha altta olan bütün takımlara tam olarak birer gol atmıştır. Puan sıralamasında en altta bulunan 3 takımın yediği toplam gol sayısı 45 olduğuna göre, bu ligde kaç takım vardır?

SAYI GRUBU

Her biri farklı olan bir grup pozitif tam sayı var. Bu sayılardan rastgele iki tanesi seçiliyor ve toplamları alınıyor. Kalan sayılar arasında toplamları bu toplama eşit bir ya da birden fazla sayı her zaman bulunabildiğine göre grupta en az kaç sayı olabilir?

KUŞ VE KAFES

A ve B şekillerinde üçer çubuğun yerini değiştirerek kuşun kafese girmesini sağlayınız.



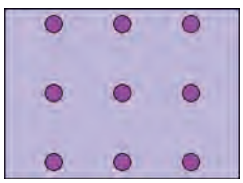
EŞİTLİK

$$x^y - y^x = x + y$$

Bu eşitliği sağlayan pozitif x ve y tam sayılarını bulunuz.

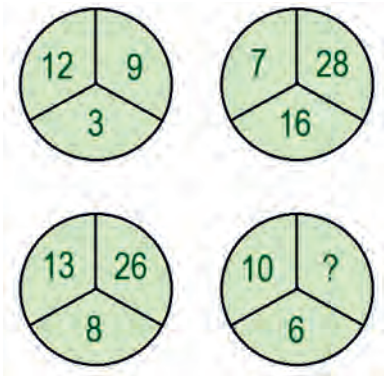
DOKUZ DAİRE

İki eşit kare çizerek öyle kapalı bölgeler oluşturunuz ki, her bölgede sadece bir daire bulunsun.



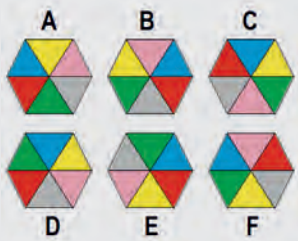
SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine hangi sayı gelecek?



RENKLİ ALTIGEN

Altı adet altıgeni boş yerlere öyle yerleştiriniz ki, bütün altıgenlerin komşu kenarlarında aynı renk bulunsun. Altıgenleri yerleştirirken dilediğiniz biçimde döndürebilirsiniz.



MADENİ PARALARI ÇEVİR

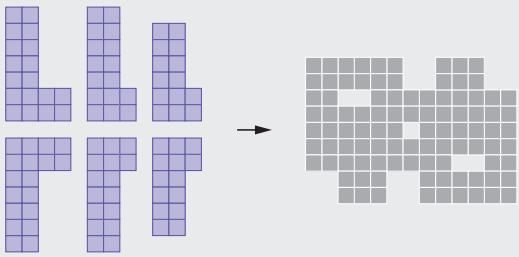
Yazı, tura, tura, tura, yazı biçiminde yan yana duran 5 madeni parayı hepsi tura olacak hâle getirmenizi istiyoruz.
Her adımda yan yana duran iki parayı ters çevirebilirsiniz. Bu işlem en az kaç adımda gerçekleştirilebilir?

ONBİR KATI

Kendini oluşturan rakamların
toplamının 11 katına
eşit olan sayı kaçtır?

ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz.
Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.

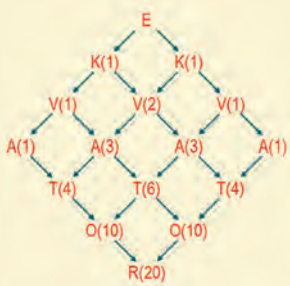


GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

EKVATOR

20 farklı biçimde yapılabilir.

Her harfe kaç farklı yoldan gelindiği, şekilde gösterilmiştir.



OKUMA SÜRESİ

11 gün.

(7x10+9+8+7+6=100)

DÖRT RAKAMLI TABLO

a) 1056 tablo oluşturulabilir.

b)

1	2	3
2	1	4
3	4	1

4	3	2
3	4	1
2	1	4

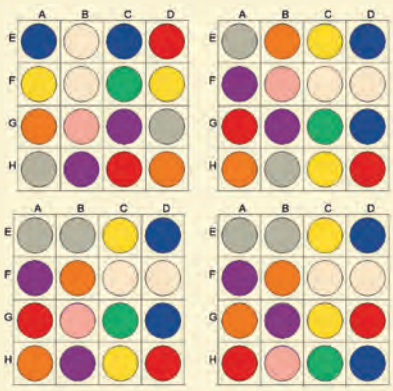
TAM KARE

1296

3x6x8x9=36x36=1296

TABLO İŞLEMLERİ

90, B, GH



İKİ SAYI

27 ve 45.

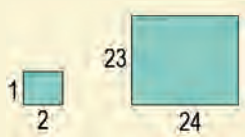
45=27x2-9

27+45=72

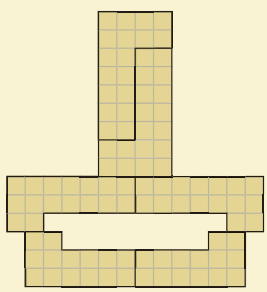
DİKDÖRTGENLER

554 birim kare.

(1x2 + 23x24 = 2+552=554)



ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

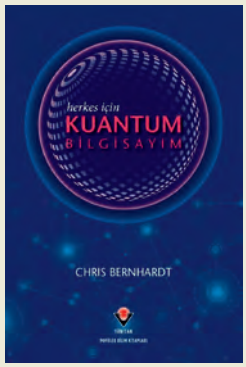
Işığın Öyküsü

Hüseyin Gazi Topdemir

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (6. Basım)

Bu kitapta, ışığı kavrama çabamızın tarihiyle birlikte ışığa ilişkin diğer olguların en eski uygarlıklardan başlayarak günümüze kadar olan gelişimi ele alınıyor. Modern Dönem Öncesi Optik Kuramları ve Modern Dönem Optik Kuramları olmak üzere iki ana bölüm ve çok sayıda alt başlık var. Bu bölümleme bilim tarihi açısından iki temel yarar gözetilerek yapıldı. Birincisi, bilimsel ilerlemenin temel niteliğini optik kuramlarının gelişim çizgisi üzerinde izleyebilmek, ikincisi ise bilimin dinamik doğasının ve matematik alt yapısının belirgin şekilde kavranmasını sağlamak. Birinci bölümde yoğunlukla ışığın kaynağına ilişkin öncü kuramlar ve bu kuramların temsilcilerinin çalışmalarına yer verildi. Kısmen tarihsel bir kimlik kazanmış olsalar da yeni araştırmalar kapsamında sürekli güncellenen ışık araştırmalarının gelişim sürecinin betimlenmeye çalışıldığı Modern Dönem Optik Kuramları başlıklı ikinci bölümde ise ağırlıklı olarak ışığın doğasını anlamaya yönelik kuramlar ve bunların temsilcilerinin görüşlerinin anlatımına yer verildi. Bu kapsamda öncelikle parçacık kuramı ve ardından dalga kuramı açısından ışığın doğasına yönelik olgusal ve kuramsal gelişmeler ve nihayet yirminci yüzyıldan başlanarak kuantum ve görelilik kuramlarıyla konunun uğradığı değişimler yalın bir şekilde açıklanmaya çalışıldı. Son olarak atom ve molekül dünyasında olup bitenlerin açıklanabilmesi için kuantum elektrodinamiği kuramının özlü bir anlatımına da yer verildi.

Herkes İçin Kuantum Bilgisayım



Chris Bernhardt
Çeviri: Dr. Özlem Salehi Köken, Zeki Can Seskir

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (2. Basım)

Kuantum bilgisayım, yirminci yüzyıl fiziğindeki en çarpıcı fikirlerden bazılarını bilgisayıma ilişkin tamamen yeni bir düşünme biçimiyle birleştiren, yenilikçi bir alandır. Chris Bernhardt bu kitapta, kuantum bilgisayıma lise matematiğiyle arası iyi olan herkesin anlayabileceği bir giriş sunuyor. Kübitleri, dolanıklığı, kuantum uzaktarımı, kuantum algoritmaları ve kuantumla ilgili diğer konuları genel okura mümkün olduğunca net bir biçimde açıklıyor. Bernhardt, kuantum bilgisayımın temel birimi olan kübiti tanıtıp onun nasıl ölçülebileceğini açıklamakla başlıyor. Ardından matematik açıklamanın sözel tanımlamadan daha kolay olduğunu söylediği dolanıklık kavramını tartışıyor ve iki kübitin dolanıklığı durumunun ne anlama geldiğini gösteriyor. Kuantum kriptografisini tanıtıyor ve klasik bilgisayımdaki standart konuları (bitler, geçitler ve mantık) özetleyerek Edward Fredkin'in dâhiyane fikri olan bilardo topu bilgisayarını anlatıyor. Kuantum geçitlerini, kuantum algoritmaların hızını ve kuantum bilgisayarların yapımını ele alıyor. Kitabın sonunda okurlar, kuantum bilgisayım ile klasik bilgisayımın iki farklı disiplin olmadığını ve kuantum bilgisayımın aslında bilgisayımın temel biçimi olduğunu anlıyorlar. Dolayısıyla şunu da: En temel bilgisayım birimi bit değil, kübittir.